

CARLA PEREIRA ESTEVÃO

**QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA
TRATADAS E ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração - Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Edilberto Possamai

CURITIBA

2001




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL


PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **CARLA PEREIRA ESTEVÃO**, sob o título "**QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS E ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 26 de Julho de 2001.


Dr. José de Barros França Neto
Primeiro Examinador


Dr. Ademir Assis Henning
Segundo Examinador


Professor Dr. Edilberto Possamai
Presidente da Banca e Orientador

Á Deus, que me conforta e guia em todos os momentos
Aos meus pais Nize e Tarciso pelo amor, confiança e
incentivo durante toda minha vida
Aos meus irmãos Tarcisio e Marcelo e cunhadas Ana e
Érika pelo apoio e carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, ao Setor de Ciências Agrárias, ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo e ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade.

Ao coordenador do curso Luiz Doni Filho pelo auxílio e amizade.

A Lucimara pelo auxílio e amizade.

Ao Professor Dr. Edilberto Possamai pela orientação.

Ao Dr. José Cavasin Tosin e ao Dr. José Luiz Camargo Zambom pelo auxílio na correção do trabalho e pela amizade.

À amiga Josiane Takassaki Ferrari pelo companheirismo, incentivo e amizade durante o curso.

Ao Dr. Ademir Assis Henning e ao Dr. José de Barros França Neto, pela co-orientação, incansável apoio, incentivo e amizade.

Ao Engenheiro Agrônomo Alfredo Rodelo Fontes, representante de desenvolvimento técnico da Aventis Crop Science Brasil Ltda pelo auxílio.

Ao Dr. Wamey Mauro da Costa Val pelas palavras amigas, dedicação e convívio.

Ao Dr. Francisco Carlos Krzyzanowski pelo apoio e amizade.

Aos pesquisadores da Embrapa Soja, Dr. Gedi Jorge Sfredo, Dr. Léo Pires Ferreira, Dr. Nilton Pereira da Costa, José Marcos Mandarinho pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos funcionários do laboratório de Patologia de Sementes Sonia Regina Moraes e Antonio Melchhiades, e do laboratório de Tecnologia de Sementes, Eliza Mitiko Hara Nakamura, George Haber e Vilma Cardoso Luiz Stroka, pela total colaboração e amizade.

Aos amigos Rodrigo Bays, Sandro A. Corrêa, Carlos Junior Scarpelim e Kelita E. Néri Silva pelo auxílio na realização do trabalho.

À Mabel Miyuki Nakai, pela amizade.

Às amigas Célia Maria Silva Costa Val e Leoni Henning, que com todo carinho me acolheram durante minhas passagens por Londrina.

E a todos os amigos e colegas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização do trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

CARLA PEREIRA ESTEVÃO, filha de Tarciso de Moura Estevão e de Nize Augusta Pereira Estevão, nasceu em Bandeirantes, Estado do Paraná, aos 15 de julho de 1973.

Cursou o ensino de primeiro grau no Colégio Santa Isabel e o segundo grau no Colégio Objetivo e em 1995 recebeu o grau de Engenheira Agrônoma, conferido pela Fundação Faculdade de Agronomia 'Luiz Meneghel'.

De 1995 a 1997 trabalhou com produção de hortaliças orgânicas; de 1997 a 1998 trabalhou para Sigma Peritos e Consultoria, Importação e Exportação Agrícola; e de 1998 a 1999 trabalhou para a Secretaria de Estado da Educação, junto ao ensino Pós-Médio, Setor Primário da Economia. Em março de 1999 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A CULTURA DA SOJA	14
2.2 DETERIORAÇÃO DE SEMENTE	16
2.3 DETERIORAÇÃO DE SEMENTES ARMAZENADAS	18
3 METODOLOGIA	20
3.1 DETERMINAÇÕES REALIZADAS NOS SETE PERÍODOS	21
3.2 CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO	21
3.3 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE	21
3.4 TESTE DE TETRAZÓLIO	22
3.5 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	22
3.6 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO	23
3.7 TESTE DE SANIDADE	23
3.8 TESTE DE EMERGÊNCIA EM AREIA	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE	25
4.2 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE – TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-8)	27
4.3 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE – TETRAZÓLIO (NÍVEL 6-8)	28
4.4 ÍNDICE DE VIGOR – TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-3)	30
4.5 VIABILIDADE – TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-5)	32
4.6 GERMINAÇÃO (ROLO DE PAPEL – 25°C/7 DIAS)	34
4.7 ENVELHECIMENTO ACELERADO (41°C/48H)	36
4.8 EMERGÊNCIA EM AREIA	38
4.9 ANÁLISE SANITÁRIA DAS SEMENTES	40
5 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Grau de umidade das sementes de soja 'BRS 155' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses.....	26
FIGURA 2 - Grau de umidade das sementes de soja 'Embrapa 48' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses	26
FIGURA 3 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja. 'BRS 155'	27
FIGURA 4 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja. 'Embrapa 48'	28
FIGURA 5 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja. 'BRS 155'	29
FIGURA 6 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja. 'Embrapa 48'	30
FIGURA 7 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja. 'BRS 155'	31
FIGURA 8 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja. 'Embrapa 48'	32
FIGURA 9 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja. 'BRS 155'	33
FIGURA 10 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja. 'Embrapa 48'	34
FIGURA 11 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja. 'BRS 155'	35

FIGURA 12 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja. 'Embrapa 48'	36
FIGURA 13 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado, em sementes de soja. 'BRS 155'	37
FIGURA 14 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre vigor, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado, em sementes de soja. 'Embrapa 48'	37
FIGURA 15 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinado em sementes de soja. 'BRS 155'	39
FIGURA 16 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja. 'Embrapa 48'	39

QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS E ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO

As sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] deterioram rapidamente sob condições adversas de armazenamento, especialmente com temperaturas e umidade relativa altas. O presente trabalho, conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Soja – Embrapa Soja, Londrina/PR teve como objetivo avaliar as qualidades fisiológica e sanitária de sementes de duas cultivares de soja (BRS 155 e Embrapa 48), tratadas ou não com o fungicida carbendazin (30gi.a./100kg de semente), armazenadas em dois tipos de ambiente: laboratório (armazenamento aberto) e condições tropicais simuladas - CTS (câmara a 25°C/85% umidade relativa) durante período de 180 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições de 200 sementes, exceto no teste de tetrazólio onde foram utilizadas 100 sementes por repetição (duas sub-amostras de 50 sementes). Para que as avaliações fossem feitas, as amostras das sementes eram retiradas a cada 30 dias e submetidas às seguintes avaliações: determinação do grau de umidade, teste de tetrazólio, teste de envelhecimento acelerado, germinação, teste de sanidade (Blotter test) e emergência em areia. Como resultado, observou-se que não houve nenhuma vantagem do uso do fungicida para prevenir a deterioração de semente durante o armazenamento. Sementes de ambas as cultivares de soja perderam a sua viabilidade e vigor rapidamente, depois de 120 dias de armazenamento sob condições tropicais simuladas (CTS). Porém, sementes armazenadas sob condições de laboratório (armazenamento aberto) mantiveram sua qualidade ao longo do período de armazenamento.

Palavras-chave: *Glycine max*, armazenamento, Carbendazin.

PHYSIOLOGICAL AND PATHOLOGICAL QUALITIES OF SOYBEAN SEEDS AFTER FUNGICIDE TREATMENT AND STORAGE UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Soybean seeds [*Glycine max* (L.) Merrill] deteriorate rapidly under adverse storage conditions, especially under high temperatures and relative humidities. The present work, conducted at the National Center for Soybean Research – Embrapa Soybean, Londrina/PR had as objective to evaluate the physiological and pathological seed qualities of two cultivars of soybean (BRS 155 and Embrapa 48), treated or not with the fungicide carbendazin (30g a.i./100 kg of seed), stored in two ambient conditions: laboratory (open storage) and simulated tropical conditions (camera set to 25°C/85% relative humidity) during a period of 180 days. The experimental design was a randomized complete block with four replications of 200 seeds, except in the tetrazolium test where 100 seeds were used by replication (two sub-samples of 50 seeds). To make the seed quality evaluations, the samples seed were collected every 30 days and submitted the following evaluations: determination of the seed moisture content, tetrazolium test, accelerated aging test, germination, seed health test (Blotter test) and emergence in sand. It was observed that there was no advantage of using the fungicide to prevent seed deterioration during storage. Seeds of both cultivars lost viability and vigor, after 120 days of storage under simulated tropical conditions (STC). Even so, seeds stored under laboratory conditions (open storage) maintained their quality along the storage period.

Key words: *Glycine max*, storage, Carbendazin.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], introduzida no Brasil no final do século XIX, teve grande expansão nas últimas três décadas com o aumento considerável da área de cultivo, principalmente em decorrência do lançamento de novas cultivares melhor adaptadas e mais produtivas (34, 60). Desde sua introdução até hoje, a área de cultivo cresceu de 171 mil hectares para 11 milhões e 341 mil hectares, com produção anual aproximada de 36,7 milhões de toneladas e rendimento médio de 2570 kg/ha, ocupando hoje, a posição de segundo produtor mundial de soja, com 18% dessa produção (19). Na safra de 2000/01, o Mato Grosso foi o maior produtor nacional, com mais de 9 milhões de toneladas (CONAB 2001).

Além da importância econômica, a soja tem importância social, uma vez que é uma cultura rica em proteínas e muito utilizada na alimentação humana e animal. Assim sendo, a semente é o insumo que assume a maior relevância no processo produtivo e sua qualidade é um elemento indispensável no sucesso da cultura (51).

Devido à sua estrutura morfológica e à sua composição química (15% a 25% de lipídios e 30% a 40% de proteínas), as sementes de soja tornam-se sensíveis aos estresses ambientais durante sua formação e seu armazenamento (16) e podem perder a qualidade, em função de fatores internos e externos.

O mais importante fator intrínseco nas sementes é seu genótipo, que define as características fisiológicas e bioquímicas e interagem com fatores externos que incluem o ambiente físico e biótico (51).

O fator biótico que mais influencia na perda de qualidade das sementes é a associação das sementes com microorganismos. Os fungos são considerados os principais, pois além de serem mais ativos, têm maior habilidade de penetrar diretamente nos tecidos vegetais (42), tornando assim, as sementes, um meio eficiente de sobrevivência e disseminação de doenças para novas áreas ou, até mesmo, dentro de áreas tradicionais de cultivo (35, 47, 53).

No campo, durante o desenvolvimento e a maturação das plantas, em função das condições climáticas, a soja pode ser atacada por diversos patógenos, principalmente os chamados fungos de campo, destacando-se entre eles *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii*, que têm o potencial de causar prejuízos na qualidade das sementes (34).

Durante o período de armazenamento, as sementes de soja podem ser afetadas pelos fungos de armazenamento, que contribuem para sua deterioração, tais como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (3, 32, 51, 52). Além de contribuírem para deterioração das sementes, estes fungos podem produzir micotoxinas, que são um conjunto de substâncias quimicamente complexas e pouco correlacionadas entre si, sintetizadas como metabólitos secundários por certos fungos. Estas substâncias são importantes, porque algumas podem causar graves problemas à saúde humana e animal (13).

Devido a tais abordagens, a preservação da qualidade da semente torna-se fundamental. Para isso, é necessário reduzir ao máximo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração (52) que, além de ser provocada por microorganismos, também pode ser causada por outros fatores como dano mecânico, deterioração por umidade e danos por insetos (21).

Para o bom desenvolvimento da cultura, além da correta utilização de diversas práticas culturais, o emprego de sementes com alta capacidade germinativa e alto vigor é imprescindível para uma emergência rápida e uniforme de plântulas sob ampla diversidade de condições de ambiente, propiciando a obtenção de uma lavoura uniforme (24).

Uma outra opção, agora para diminuir as perdas causadas por patógenos que se associam às sementes, em suas diferentes etapas no processo de produção, pode ser a utilização do tratamento antecipado com fungicida, embora, na literatura disponível, não exista unanimidade quanto a eficiência dessa técnica, em função dos diferentes enfoques estudados.

Autores como Sherwin *et al.*, 1948 (57); Marcos Filho & Souza, 1983 (44); Lucca Filho *et al.*, 1983a (40); Lucca Filho *et al.*, 1983b (41); Van Toai *et al.*, 1986 (63); Singh *et al.*, 1988 (58) e Henning & Zorato, 1997b (37) demonstram que o tratamento antecipado com fungicida não causou prejuízo à qualidade de sementes e que houve, em alguns testes, melhor desempenho das sementes de soja. Enquanto, autores como Carvalho & Jacinto, 1979 (8); Costa *et al.*, 1980 (12); Henning *et al.*, 1981 (30); Goulart & Cassetari Neto, 1987 (25) e Mantovanelli *et al.*, 1995 (43) não evidenciaram respostas satisfatórias em seus estudos e concluíram que o tratamento pode ser feito imediatamente antes da semeadura. Na atualidade, esta técnica é recomendada por Henning *et al.*, 1994 (35), que consideram ainda que a aplicação conjunta de micronutrientes e a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* feita na mesma operação, imediatamente antes da semeadura.

Um dos problemas com o tratamento químico antecipado, é que um possível efeito fitotóxico pode se acentuar e causar a diminuição da eficiência do produto (47). Entretanto, junto à evolução dos fungicidas, novas moléculas têm sido desenvolvidas, de alta eficácia

biológica e que, quando usadas em doses reduzidas, apresentam novos modos de ação, conferindo proteção às sementes de soja e agredindo menos ao meio ambiente e ao homem (7). Outro problema abordado por Menten, 1996 (47) se refere à comercialização das sementes tratadas que, neste caso, não poderão ser destinadas ao consumo humano ou animal.

Devido à necessidade de se obter uma semente de boa qualidade, aliada à preocupação de se tratar a semente na época adequada, foi desenvolvido este estudo com os seguintes objetivos: i) avaliar os efeitos do ambiente de armazenamento (câmara a 25°C/80%UR e laboratório – armazenamento aberto); e ii) avaliar os efeitos do tratamento das sementes com fungicida no desenvolvimento de fungos de armazenagem e preservação da qualidade fisiológica da semente das cultivares Embrapa 48 e BRS 155, por um período de 180 dias.

Para fim de comprovação, formulou-se a hipótese de que sementes tratadas com fungicida, armazenadas tanto em ambiente de laboratório como em câmara, possibilita ações eficientes do fungicida no controle de fungos, preservando a qualidade de sementes de soja, durante o período de armazenamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] se tomou uma cultura de importância econômica mundial por causa do aumento da demanda por óleo de cozinha e óleo de salada, durante e imediatamente após a Segunda Guerra Mundial (59). Entre as oito principais sementes oleaginosas comercializadas em mercados internacionais, a soja aparece em maior volume. Diferente do amendoim [*Arachis hypogaea* (L.)], cuja quota no mercado decresceu de 18% para 11% entre os anos de 1960 e 1980, a soja aumentou de 32% para mais de 50% neste mesmo período. Os principais produtores são os Estados Unidos, Brasil e Argentina. No Brasil, a área cultivada de soja se expandiu rapidamente nos últimos anos (17). Expansão semelhante foi observada na Argentina (59).

A produção de soja, no passado, era limitada principalmente às regiões norte de clima temperado do mundo, onde os estresses ambientais são mínimos (2). Até mesmo nestas áreas tradicionais, onde existe uma infra-estrutura para produção de semente, a qualidade de semente de soja foi um problema. Quase todos os anos, a produção de semente de soja fracassou, mesmo em áreas particularmente propícias à sua produção, devido à ocorrência de condições climáticas adversas. Nestes casos, as sementes de soja eram trazidas de áreas tradicionalmente mais adequadas à produção de sementes, para as áreas onde a qualidade da semente era insatisfatória (17).

Com o aumento da demanda por produtos de soja, o cultivo se expandiu rapidamente nas áreas mais quentes, úmidas e, por último, em áreas tropicais (2). Uma principal restrição à expansão da produção de soja em regiões tropicais é a falta de semente de boa qualidade (26). Temperaturas e umidades relativas altas em ambientes tropicais e subtropicais tornam difícil a produção de semente de soja de boa qualidade e a manutenção do vigor durante o armazenamento (6, 14, 15, 18, 50, 58).

Efeitos desfavoráveis de fungos de armazenamento, principalmente *Aspergillus* spp. e espécies de *Penicillium* spp. (9, 10, 33), junto com a deterioração fisiológica são as principais causas de declínio e perda de germinação. As sementes de soja deterioram rapidamente sob condições de alta umidade (18, 65). Harrington, 1959 (27) sugeriu que a

alta umidade é a principal causa de perda da viabilidade e vigor na semente. Em seu clássico "thumb rules of drying seed", Harrington, 1960 (28) ilustrou o efeito prejudicial da umidade e temperatura na germinação da semente. A vida da semente armazenada é dobrada a cada 12°C que diminui em temperatura ou para cada 1% de diminuição no seu conteúdo de umidade da semente. De acordo com Roberts, 1968 (56), isto significa que não há nenhuma interação entre umidade e temperatura. Estas regras permanecem verdadeiras e são apoiadas por pesquisa dentro da região de condições ambientais normais, mas não em experiências que incluem uma gama extensiva de temperatura (3°C a 90°C) e de 6% a 25% do conteúdo de umidade (56). Dadas essas circunstâncias, as relações entre umidade e temperatura não seriam lineares como as regras insinuam.

Para manter a viabilidade e o vigor, as sementes devem ser secadas a um conteúdo de umidade adequado e devem ser armazenadas sob condições de temperatura e de umidade que previnam a reidratação (46). A semente freqüentemente possui alta umidade para armazenamento quando colhida. A secagem da semente é uma operação crítica em qualquer local, mas especialmente nos trópicos úmidos.

As sementes são higroscópicas (46), de forma que o conteúdo de umidade delas está em equilíbrio com a umidade relativa ambiente. Quando a umidade relativa for alta, o conteúdo de umidade da semente também é alto; quando a UR for baixa, o conteúdo de umidade da semente é baixo (15).

Delouche, 1975 (17) relatou que semente de alta qualidade inicial pode ser armazenada seguramente sob condições tropicais durante nove meses, a conteúdos de umidade de 9,0% a 9,5% (50% a 60%UR) e temperaturas de 20°C a 25°C. Outra alternativa seria secar a semente a 9% ou menos de umidade e então armazenar a semente em embalagens de polietileno, à prova de vapor de água e seladas com calor (15, 17).

De acordo com Harrington, 1959 (27), semente suficientemente seca de maneira uniforme, no armazenamento pode ganhar umidade a níveis inseguros durante períodos de tempo úmido. Se a umidade da semente for maior que 55% – 60%, então a germinação acontece. Desta porcentagem de umidade para baixo, até 18% – 20%, a respiração é extremamente alta, tanto a respiração das sementes como a de microorganismos. Entre 12% e 20% de umidade na semente, pode ocorrer o desenvolvimento de mofo, o fungo se desenvolve principalmente nas rachaduras e danifica a semente. Além disso, há uma respiração ativa na semente que causa perda rápida de vigor e perda eventual da germinação. Harrington, 1959 (27), mais adiante, especulou a explicação para perda no vigor. É que há umidade suficiente para respiração, que usa o alimento energético presente nas células, mas não há umidade suficiente para o movimento da energia dos tecidos de

armazenamento de alimento para estas células que estão respirando. Isto resultaria em completa desnutrição local. Porém, mais recentemente, Vertucci e Leopold, 1987 (64) e Leopold e Vertucci, 1989 (39) relataram que processos de oxidação são prováveis determinantes de longevidade de sementes em armazenamento, desde que a respiração mitocondrial foi mostrada para não acontecer em sementes de soja sob o conteúdo de umidade abaixo de 24%. Os autores sugeriram que os processos oxidativos adicionais observados em soja com baixo conteúdo de água (entre 10% e 24%), podem contribuir para a baixa longevidade de semente de soja comparada a ervilha [*Pisum sativum* (L.)]. Estes resultados são apoiados em parte pelas descobertas de Van Toai *et al.*, 1986 (63), relatando que aquelas taxas de respiração não mostraram o padrão de deterioração da semente como indicado por outros testes de vigor. Byrd e Delouche, 1971 (5), também propuseram que a taxa respiratória (consumo de oxigênio) era o índice menos eficiente para avaliar eficiência de armazenagem a qualquer intervalo durante armazenamento.

2.2 DETERIORAÇÃO DE SEMENTE

De acordo com Delouche, 1982 (18) e Mills, 1986 (49) a deterioração é tradicionalmente associada ao armazenamento. Porém, a deterioração da semente é iniciada normalmente durante o período seguinte à maturação fisiológica (17, 61), que pode ser considerada a primeira fase do processo de armazenamento.

A extensão da deterioração das sementes no campo estabelece sua qualidade básica. Durante a colheita e operações posteriores, a qualidade da semente apenas pode ser mantida, não melhorada (18).

A qualidade da semente de soja pode ser reduzida por muitos fatores, tais como stress ambiental (umidade, temperatura, doenças e insetos) durante o período de pós-maturação e pré-colheita (2, 22), ou durante o armazenamento.

O potencial de desempenho de uma semente é prejudicado progressivamente por processos de deterioração que inevitavelmente acontecem com o passar do tempo. Muito pouco se sabe sobre o mecanismo ou mecanismos exatos da deterioração da semente. É provável que durante a deterioração, sistemas e mecanismos essenciais são progressivamente prejudicados de forma que o futuro ou o potencial da semente, em termos de germinação, e subsequente crescimento e desenvolvimento da plântula, fiquem progressivamente mais afetados.

A natureza do processo de envelhecimento em um sistema dessecado, difere significativamente das formas de deterioração encontradas em organismos fisiologicamente ativos. A viabilidade e o vigor das sementes dependem da integridade das macromoléculas celulares e da divisão ordenada das células. Porém, em uma semente seca, a degradação destes elementos estruturais e funcionais progredirá irreversivelmente como resultado de reações químicas ou outras formas de desnaturação.

A degradação da membrana e a perda do controle de permeabilidade ocorrem durante os estágios iniciais de deterioração da semente (3). Os processos de ganho de energia e o biossintético são então afetados, o que resulta em taxas diminuídas de respiração, mobilização de reservas de alimento reduzida para o eixo embrionário e como consequência diminui a germinação e a emergência inicial da plântula. Quando ocorre a deterioração, a semente é mais suscetível aos estresses ambientais e ao ataque dos microorganismos. Depois, conforme os avanços da deterioração, a plântula não emerge no campo e por fim até mesmo no ambiente ideal do germinador (15).

A deterioração de semente é considerada por Delouche, 1982 (18), como inexorável (como para todos os sistemas vivos). Teoricamente, a deterioração não pode ser evitada, mas sua taxa pode ser controlada, manipulando os fatores primários (temperatura e umidade) e, assim, a semente pode manter a viabilidade por muitos anos. Recentemente, foi dada atenção considerável à possibilidade de que poderiam ser invertidos os efeitos do envelhecimento durante o armazenamento ou poderiam ser amenizados se as sementes fossem brevemente umedecidas e em seguida secadas. Este tratamento foi mostrado para acelerar a germinação de certos tipos de sementes, estendendo sua longevidade no armazenamento e reduzindo parcialmente a deterioração de sementes de soja (62). O mecanismo de reparo, pré-condicionamento osmótico, ainda é debatido. Alguns autores acreditam que os benefícios são mais físicos que metabólicos.

As sementes de soja são naturalmente de vida curta (15), deteriorando mais rapidamente que muitas sementes de outras culturas, exceto amendoins descascados. Justice e Bass, 1978 (38), classificaram a soja como o grupo "menos armazenável" em seu "índice relativo de armazenamento". O potencial de armazenamento da semente é muito influenciado pelo grau de deterioração que ocorreu antes do armazenamento (17). Porém, nos trópicos úmidos, Minor e Paschal, 1982 (50), mostraram que para isso até mesmo a alta qualidade da semente não conferirá uma vida de armazenamento adequada para sementes de soja.

2.3 DETERIORAÇÃO DE SEMENTES ARMAZENADAS

O efeito dos recipientes de armazenamento, ambiente de armazenamento (aberto e condicionado), e o conteúdo de umidade das sementes que entram em armazenamento foi estudado extensivamente.

Amaral e Baudet, 1983 (1), estudaram o efeito de armazenamento aberto em sementes de soja com dois conteúdos de umidade iniciais (11,4% e 13,4%) em três tipos diferentes de embalagens. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa no conteúdo de umidade e germinação padrão entre os níveis de umidade e entre os materiais das embalagens. Porém, o vigor da semente, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C/72h), estava drasticamente reduzido em todos os tratamentos depois de cinco meses de armazenamento. A umidade da semente flutuou de acordo com a umidade relativa do ar, independente do material da embalagem (juta, polietileno, e papel multifoliado).

Resultados semelhantes foram relatados por Singh *et al.*, 1988 (58) na Índia. A germinação da semente foi reduzida com o tempo de armazenamento de janeiro a julho. O tipo de recipiente (sacos de aniagem, sacos de fertilizantes ou outras embalagens menos espessas) não teve nenhum efeito significativo na viabilidade da semente. A germinação só foi mantida em sementes tratadas com fungicida.

M-Hatan e Jamro, 1989 (48), no Paquistão, armazenaram sementes de soja em sacos de pano, juta, polietileno, jarras, latas, vagens (a temperatura ambiente), e vagens em um refrigerador a 6°C durante 32 semanas. O conteúdo de umidade inicial da semente era 14,5%. Como esperado, por causa da umidade inicial alta, o armazenamento em um recipiente hermético foi mais prejudicial para a qualidade de semente do que qualquer outro tratamento. A germinação e o vigor diminuíram gradualmente em todos os tratamentos durante o período de armazenamento.

Henning *et al.*, 1985 (31), compararam o efeito de dois níveis de umidade inicial da semente e o ambiente de armazenamento na qualidade de semente de soja 'Tropical' produzidas e armazenadas em Teresina, PI. O vigor e a germinação da semente, determinados pelos testes de envelhecimento acelerado, tetrazólio e germinação padrão diminuíram significativamente depois de 45 dias de armazenamento aberto. Depois de três meses, a incidência de *Aspergillus* spp. era alta (acima de 50%) e a germinação padrão e o vigor (envelhecimento acelerado) foram drasticamente reduzidos, independentemente do nível de umidade inicial das sementes. Por outro lado, sementes armazenadas em ambiente entre 12°C - 15°C e 65% - 70%UR mostraram pouca diminuição na sua qualidade depois de

seis meses. A ocorrência de *Aspergillus* spp. era insignificante, como determinado pelo teste de sanidade (papel de filtro/25°C/luz fluorescente).

Em suma, pode-se concluir que sementes de soja deterioram mais rapidamente em ambientes com altas temperaturas e umidade ambiente.

3 METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e nos laboratórios de Tecnologia e Patologia de Sementes no Centro Nacional de Pesquisa de Soja/ Embrapa Soja, em Londrina, PR.

Foram utilizadas sementes das cultivares BRS 155 e Embrapa 48, produzidas na safra de 1999/2000, pela Embrapa – Sementes Básicas/Gerência Local de Ponta Grossa – PR.

BRS 155, indicada para alimentação humana por não apresentar inibidor de tripsina Kunitz (fator antinutricional que interfere na digestão da proteína), o que permite redução do tratamento térmico, diminuindo custos e processamento e por apresentar boas qualidades organolépticas, conferindo sabor mais suave aos produtos de soja. Oriunda do cruzamento Paraná (2) X PI 157440, esta cultivar do grupo precoce é indicada para os estados do Paraná e Santa Catarina. Resistente ao cancro da haste, mancha “olho de rã” e pústula bacteriana, a planta pode alcançar uma altura de 79cm, podendo conferir ainda nesta variedade um teor de proteína de 41,1% e 22,6% do teor de óleo.

Embrapa 48 é do grupo semi-precoce indicada para semeadura por apresentar alto potencial de rendimento, comparado com o de cultivares de ciclo precoce, além de apresentar boa ramificação lateral, e ser tolerante à seca. Indicada para os estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, esta cultivar, oriunda do cruzamento (Davis X Paraná) X (IAS X BR-5), apresenta resistência à mancha “olho de rã” e pústula bacteriana. Atingindo até 80cm de altura de planta, pode conferir um teor de proteína de 39,1% e um teor de óleo de 21,4% (20).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições de 200 sementes, exceto no teste de tetrazólio onde foram utilizadas 100 sementes/repetição (duas sub-amostras de 50 sementes).

Os dados foram analisados através do sistema SAS, procedimento procAnova, e as médias foram separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.1 DETERMINAÇÕES REALIZADAS NOS SETE PERÍODOS

Foram estabelecidos os períodos de amostragem das sementes de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias a partir da instalação do experimento. Portanto, a cada 30 dias, amostras de 800 sementes foram retiradas de todos os tratamentos, para a realização dos testes de umidade, tetrazólio, germinação, envelhecimento acelerado, sanidade e emergência em areia de acordo com as Regras Para Análise de Sementes (4).

3.2 CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

As sementes foram tratadas em sacos plásticos, adicionando-se água ao fungicida para completar o volume de 5ml/kg de semente. Foi utilizado o fungicida carbendazin (Derosal 500 SC) da empresa Aventis Crop Science do Brasil Ltda, na dose de 30g i.a./100kg de semente.

Após os teste iniciais, as sementes das cultivares BRS 155 e Embrapa 48, tratadas com fungicida e não tratadas, foram acondicionadas em caixas de papelão de 0,5 Kg (amostras) e armazenadas em câmara (25°C e 80%-90%UR) e ambiente de laboratório (armazenamento aberto).

3.3 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE

As sementes foram colocadas em potes de alumínio com tampas e levados destampados à estufa a 105°C, admitindo-se uma variação de $\pm 2^\circ\text{C}$, por um período de 24 horas. Após retiradas, as amostras foram tampadas e colocadas em dessecador para esfriar por 10 a 15 minutos. Então pesadas em balança de precisão.

A determinação do grau de umidade baseia-se na perda de peso das sementes quando secas em estufa, objetivando determinar o teor de água das sementes. A água contida nas sementes é expelida em forma de vapor pela aplicação do calor sob condições controladas.

Para calcular a porcentagem de umidade deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial - peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final – peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara – o peso do recipiente com sua tampa.

O resultado final é obtido através da média aritmética das porcentagens de cada uma das sub-amostras retiradas da amostra média, de acordo com as Regras Para Análise de Sementes (4).

3.4 TESTE DE TETRAZÓLIO

As sementes foram pré-condicionadas, embaladas em papel de germinação umedecido e mantidas nesta condição por um período de 16 horas, na temperatura de 25°C. Para evitar a perda de umidade, as embalagens permaneceram em câmara úmida. Após o pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copinhos de plástico e totalmente submersas a solução de tetrazólio (0,075% de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio) durante 2,5 – 3 horas. Passado este período, as sementes foram lavadas em água comum e mantidas submersas até o momento da avaliação (por um período máximo de 12 horas). Para prepará-las para avaliação, foi feito um corte longitudinal através do eixo embrionário entre os cotilédones.

Para o teste de tetrazólio foram utilizadas, por repetição, duas sub-amostras de 50 sementes cada. As sementes foram avaliadas por deterioração por umidade (Tetrazólio / Nível 1-8), deterioração por fungos (Tetrazólio / Nível 6-8), índice de vigor (Tetrazólio / Nível 1-3) e viabilidade (Tetrazólio / Nível 1-5). Foram consideradas como não viáveis as sementes com fratura, picadas de inseto e áreas deterioradas (vermelho-carmim forte) localizadas fora das áreas não coloridas toleradas (23).

3.5 TESTE DE GERMINAÇÃO

Quatro sub-amostras de 50 sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel mata-borrão previamente umedecidas e embrulhadas em forma de rolo, os quais foram colocados no germinador (com temperatura 25°C e umidade relativa 90% - 95%) em posição vertical por um período de 7 dias.

Após este período, os rolos foram retirados e as plântulas foram avaliadas de acordo com os princípios gerais indicados na Regra de Análise de Sementes (4). A porcentagem de germinação corresponde à porcentagem de sementes que, de acordo com as regras, produziram plântulas normais sob as condições e os limites de tempo especificados.

3.6 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Este teste impõe à semente adversidades, constituídas de umidade relativa (100%) e temperatura (41°C) elevadas, por um período de 48 horas (36). Após o prazo de exposição às condições adversas na câmara, as sementes foram retiradas e logo a seguir submetidas ao teste de germinação, nas condições prescrita pelas Regras de Análise de Sementes (4).

Os resultados foram expressos em porcentagem das sementes germinadas após o envelhecimento acelerado. As sementes determinadas mais vigorosas foram as sementes que apresentaram índice de germinação mais elevado após este tratamento.

Para o teste de envelhecimento acelerado, foram utilizadas quatro repetições de 200 sementes cada (quatro sub-amostras com 50 sementes).

3.7 TESTE DE SANIDADE

Para determinação da sanidade da semente foi utilizado o método de papel de filtro ou "blotter test". As sementes foram distribuídas em "gerbox" (caixas plásticas com dimensões de 11,5cm X 11,5cm X 3,5cm), previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio à 1,05%, sobre três folhas de papel de filtro esterilizado e umedecido em água destilada. Foram utilizadas 200 sementes para cada repetição, distribuídas em número de 20 sementes por gerbox. Após a montagem, o material foi incubado em ambiente a $\pm 22^{\circ}\text{C}$, por um período de 7 dias.

A avaliação foi feita individualmente em cada semente e o resultado, expresso em porcentagem, foi anotado, caracterizando a presença de patógenos, contaminantes, saprófitas (36).

3.8 EMERGÊNCIA EM AREIA

Para a realização deste teste, utilizou-se areia lavada, de textura média.

Umedecida com água após colocada no recipiente, a areia utilizada, livre de matéria orgânica, sais, argila ou lodo e com pH próximo à neutralidade, foi passada em tela com malha de 2mm e que não mais de 25% passe em tela com malha de 0,5mm.

As sementes foram semeadas sobre a areia, cobertas com outra camada de 1,5cm de areia nivelada e permaneceram na casa de vegetação, sendo acrescentada água diariamente, por um período médio de 13 dias, até a leitura.

Na avaliação, foram consideradas somente as plântulas normais, examinando-se o sistema radicular.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE

Sementes de soja das cultivares BRS 155 e Embrapa 48, previamente tratadas com fungicida ou não, foram armazenadas em ambiente de laboratório e em câmara com temperatura e umidade relativa controladas (25°C / 85%UR).

Inicialmente o grau de umidade das sementes foi 12,2% e 11,9% na cultivar BRS 155, respectivamente, para sementes sem tratamento com fungicida e sementes tratadas com carbendazin. Sementes da cultivar Embrapa 48 apresentaram 11,9% de umidade em ambos os tratamentos (com e sem fungicida).

Após 30 dias de armazenamento, as sementes da cultivar BRS 155, armazenadas em ambiente de laboratório, apresentaram graus de umidade de 8,5% (sem fungicida) e 8,7% (com fungicida), enquanto que as sementes armazenadas na câmara apresentaram 11,6% e 11,4%.

Os graus de umidade das sementes armazenadas em laboratório, independentemente do tratamento com fungicida, mantiveram-se baixos (< 9,3%) em ambas as cultivares. Aos 120 dias, observou-se redução acentuada do grau de umidade das sementes (\cong 5%), provavelmente devido a problemas de queda de energia elétrica que pode ter interferido nos testes. Após este período, a umidade elevou-se gradativamente, porém nunca ultrapassando 9,3%, nas sementes armazenadas no ambiente de laboratório. (Anexos 1 e 2)

Por outro lado, sementes de ambos os tratamentos (com e sem fungicida), das duas cultivares, armazenadas em câmara, apresentaram elevações e quedas em seus graus de umidade, atingindo níveis superiores a 15% aos 60 dias, decrescendo para níveis próximos a 10% aos 90 dias e posteriormente elevando-se, atingindo graus de umidade próximos a 18% aos 180 dias. (Figuras 1 e 2).

As flutuações nos graus de umidade das sementes devem-se exclusivamente a problemas com o equipamento, que não foi adequado para manter a umidade relativa estável em torno de 85% UR.

FIGURA 1 – Grau de umidade das sementes de soja 'BRS 155' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85%U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses.

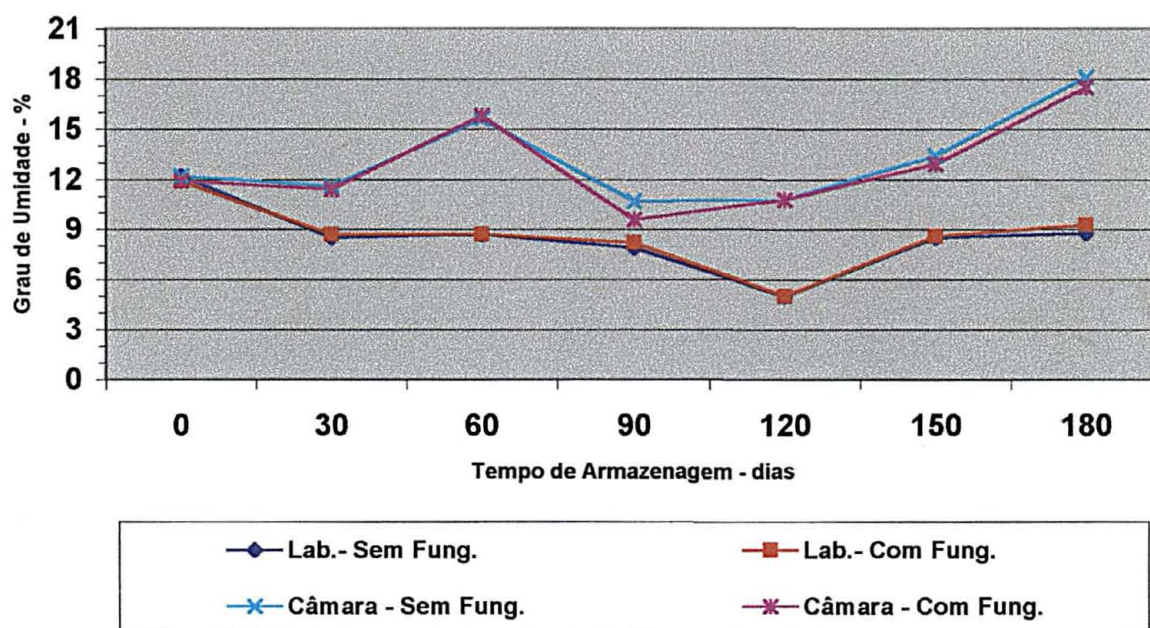
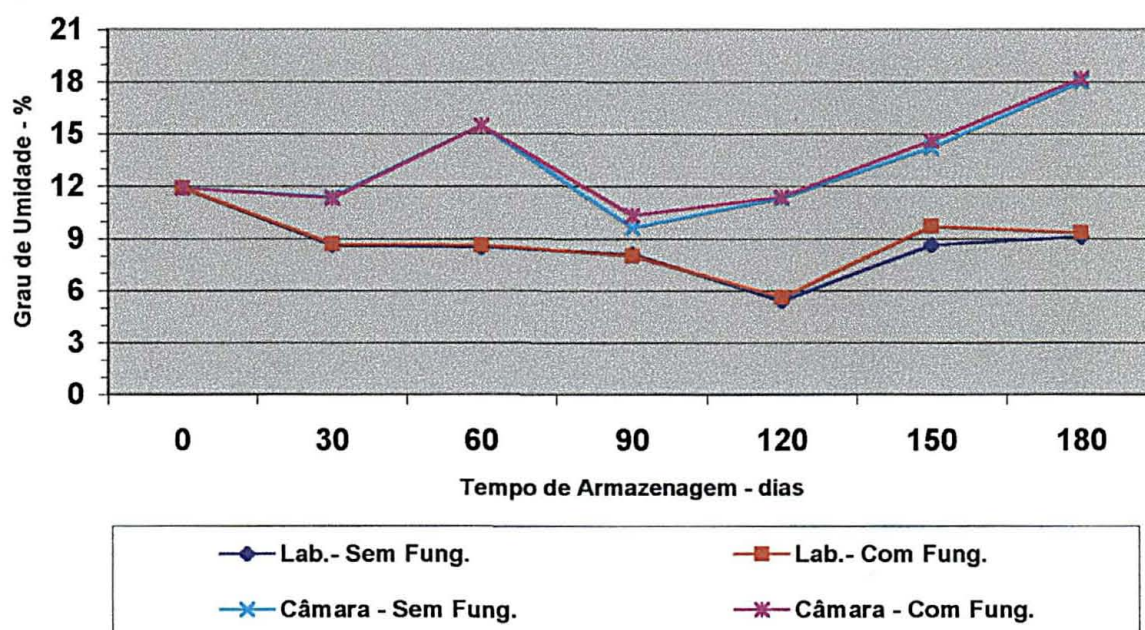


FIGURA 2 – Grau de umidade das sementes de soja 'Embrapa 48' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85%U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses.



4.2 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE – TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-8)

Os sinais de deterioração por umidade (tetrazólio 1-8) inicialmente foram de 57,5% e 63,3% em sementes da cultivar BRS 155 (Figura 3) e 62,8% e 68,3% para as da cultivar Embrapa 48 (Figura 4). Durante o armazenamento houve aumento gradativo do índice de deterioração, sendo este efeito mais acentuado nas sementes armazenadas em câmara (85%UR/25°C). Assim, os efeitos do ambiente de armazenamento, na maior parte das vezes, superou os efeitos do fungicida, que freqüentemente apresentavam índices similares ou superiores aos obtidos em sementes não tratadas, dentro do mesmo ambiente. (Anexos 3 e 4).

Aos 180 dias o índice de deterioração das sementes armazenadas em câmara foi próximo a 100%, independentemente do tratamento ou não com fungicida. Por outro lado, em sementes armazenadas no ambiente de laboratório, o grau de deterioração não atingiu 90%.

FIGURA 3 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'BRS 155'.

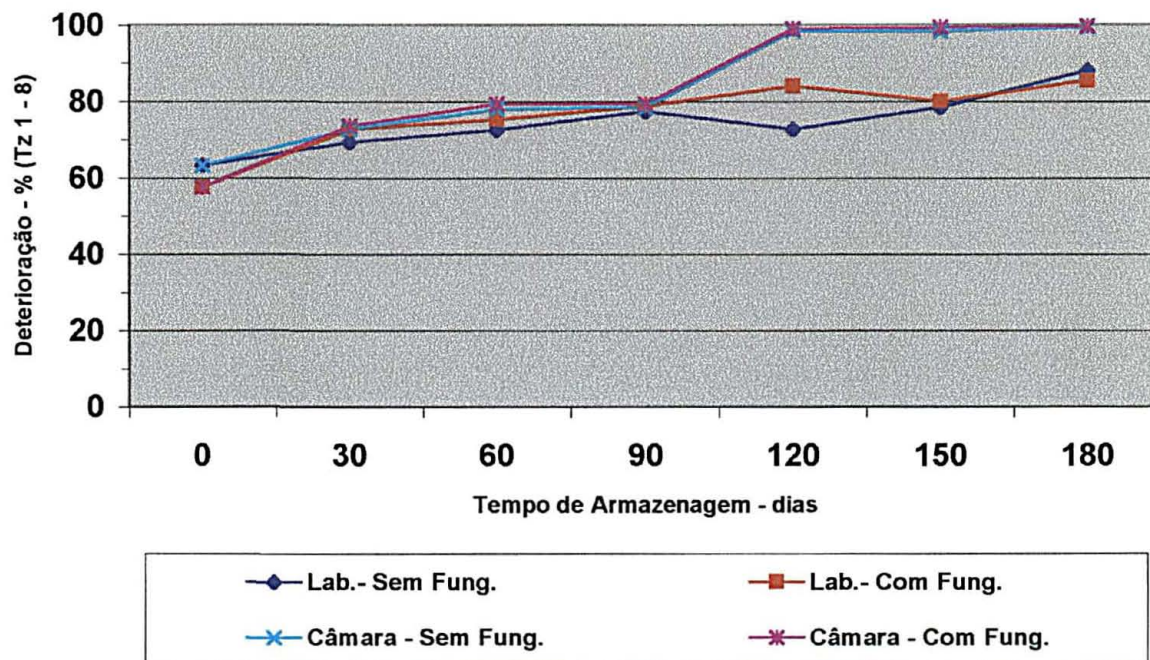
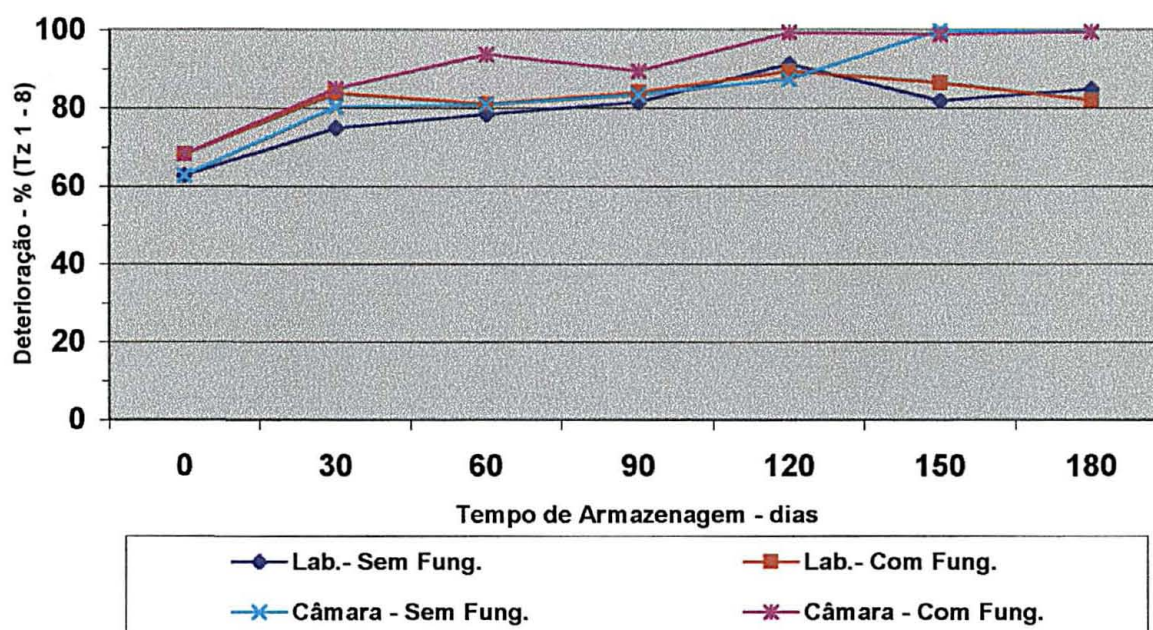


FIGURA 4 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.3 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE – TETRAZÓLIO (NÍVEL 6-8)

O índice de deterioração por umidade 6–8, que no teste de tetrazólio caracteriza sementes mortas, apresentava-se bastante baixo nas sementes armazenadas em câmara até os 60 dias, em ambas as cultivares, não havendo significância (Anexos 5 e 6) entre os ambientes e fungicida, exceto em uma situação ($p \leq 0,5$). Á partir de 90 dias, na cultivar BRS 155, a deterioração elevou-se drasticamente nas sementes armazenadas em câmara, atingindo 77,8% nas sementes sem fungicida e 82,5% nas sementes com fungicida, sendo que o efeito do fungicida foi significativo apenas aos 180 dias ($p \leq 0,01$).

Os níveis de deterioração em sementes da cultivar Embrapa 48 (Figura 6) apresentaram a mesma tendência. Porém, sua deterioração ocorreu em menor intensidade que em sementes de BRS 155, atingindo no máximo 60,8% depois de 180 dias. Houve efeito altamente significativo do ambiente a partir dos 90 dias de armazenagem (Anexo 6). Por outro lado, as sementes armazenadas no ambiente de laboratório mantiveram sua qualidade em ambas as cultivares, onde os índices de sementes deterioradas não ultrapassaram 4% na cultivar 'BRS 155' (Anexo 5) e 1,5% na 'Embrapa 48' (Anexo 6). Ficou estabelecido que o ambiente de câmara a 85%UR/25°C causou a rápida deterioração das

sementes, independentemente do uso de fungicida e que este efeito foi mais drástico na cultivar BRS 155 (Figuras 5 e 6).

FIGURA 5 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja 'BRS 155'.

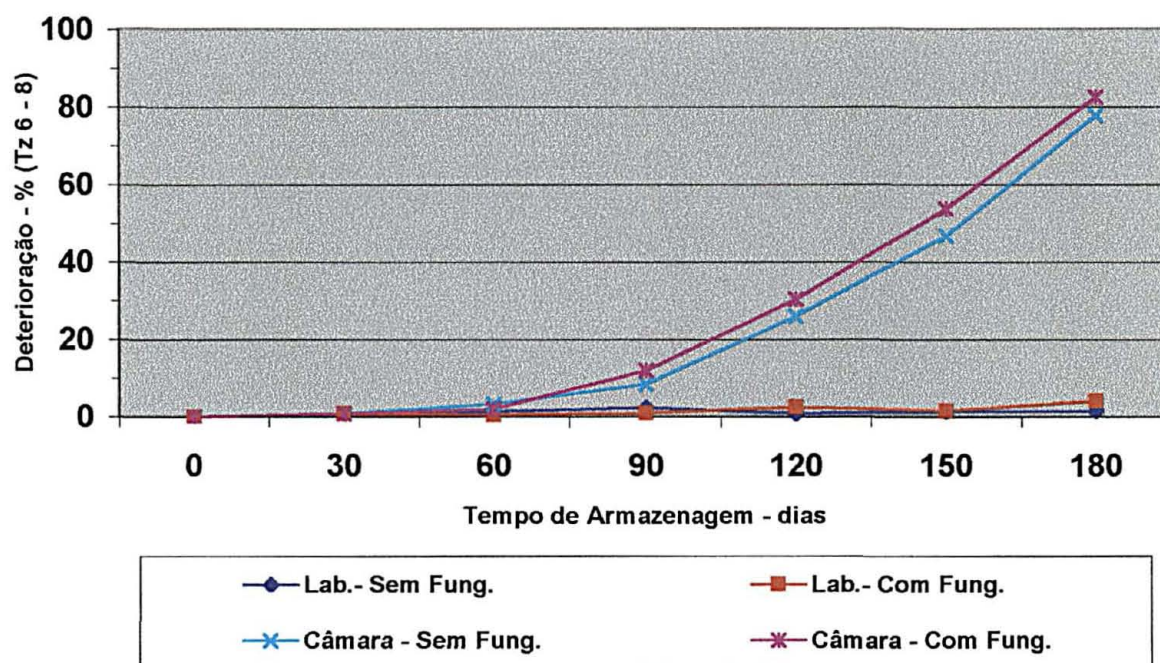
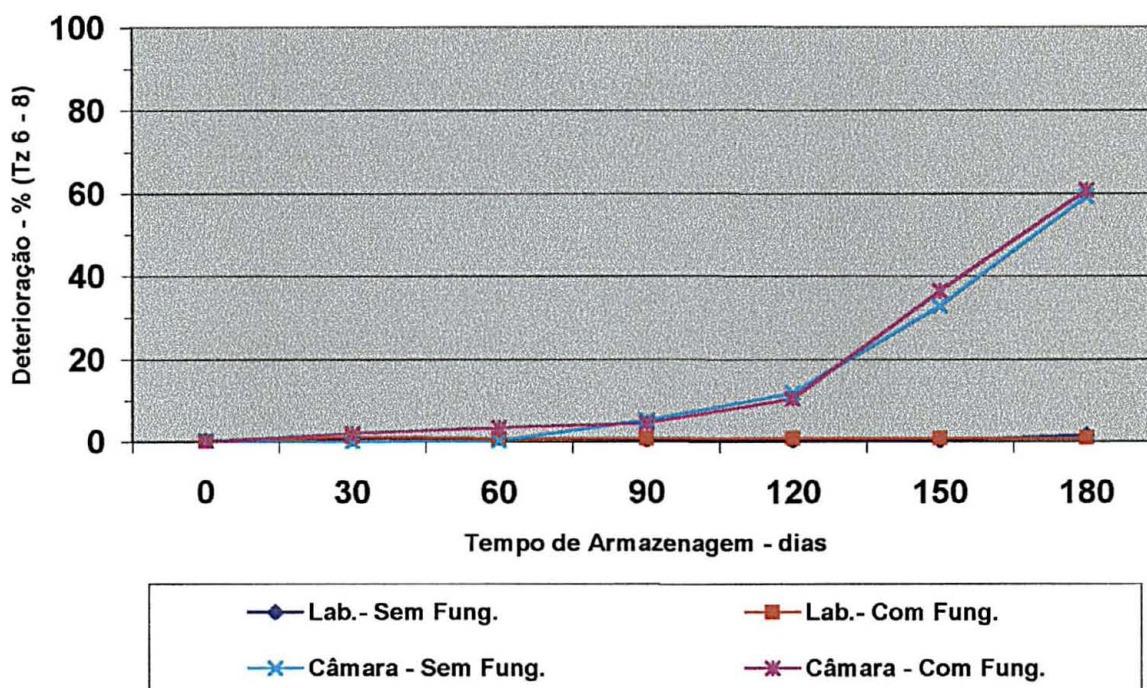


FIGURA 6 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.4 ÍNDICE DE VIGOR – TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-3)

A estimativa do vigor de sementes de soja através do teste de tetrazólio (Tz 1-3) tem sido uma ferramenta bastante usada por produtores de sementes em seus programas de controle de qualidade. Dentre os parâmetros que avaliam a qualidade fisiológica da semente (germinação e vigor) o vigor é o primeiro a mostrar declínio durante o processo de deterioração (23).

No presente trabalho o vigor inicial das sementes era alto em ambas as cultivares (superior a 70%). Como para vigor considera-se Vigor Alto para níveis superiores a 70%, pode-se considerar que a qualidade das sementes estava adequada (55).

Com o tempo de armazenamento, o vigor começou a decrescer, porém mantendo-se acima de 70% (cultivar BRS 155) e 80% (cultivar Embrapa 48) nas sementes armazenadas em ambiente de laboratório, não havendo diferença entre os tratamentos com e sem fungicida (Figuras 7 e 8). Porém, as sementes armazenadas na câmara (85%UR/25°C) apresentaram rápido declínio a partir de 90 dias de armazenamento, atingindo níveis bastante baixos (1,5%) em sementes da cultivar BRS 155 e 5,3% e 3,5% na cultivar

Embrapa 48, respectivamente, para sementes sem e com fungicida. Os efeitos significativos do ambiente ($p \leq 0,01$) foram observados a partir dos 60 dias na cultivar BRS 155, e 90 dias na cultivar Embrapa 48 (Anexos 7 e 8).

FIGURA 7 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'BRS 155'.

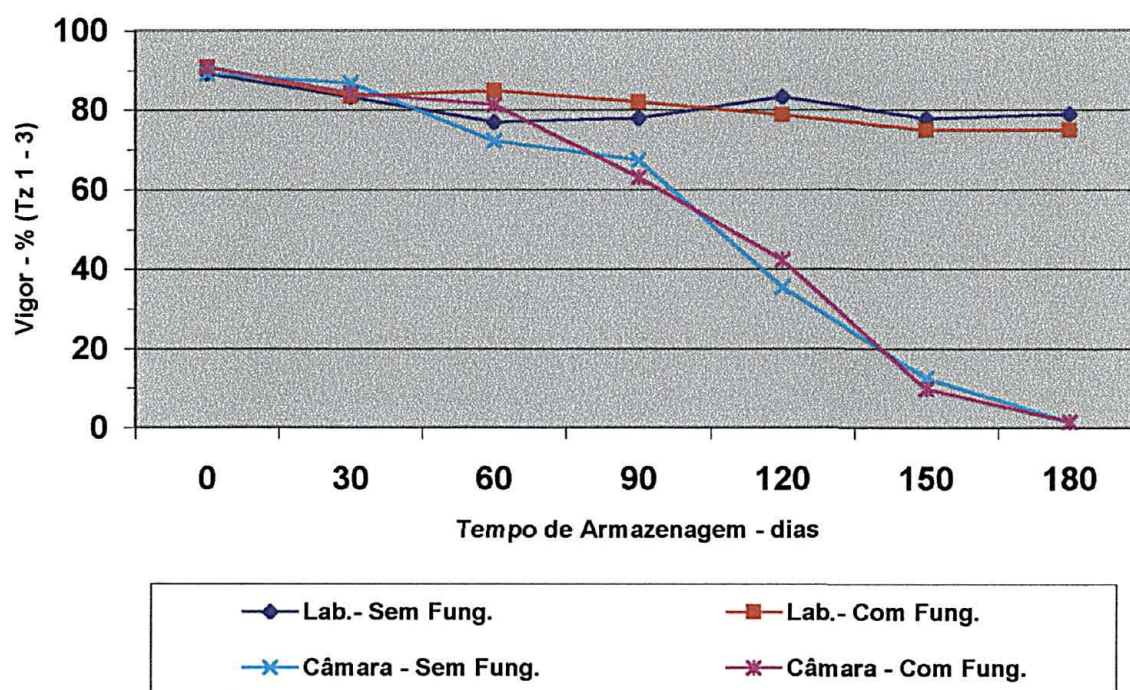
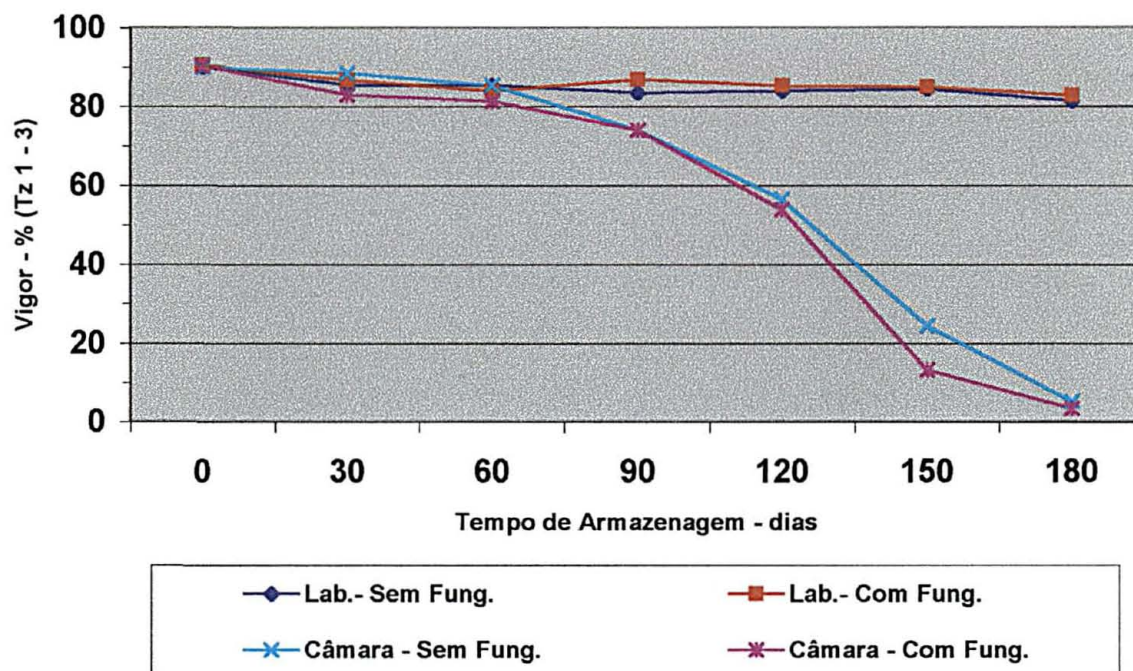


FIGURA 8 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.5 VIABILIDADE - TETRAZÓLIO (NÍVEL 1-5)

O índice de viabilidade das sementes estimado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5) apontou alta qualidade das sementes de ambas as cultivares no início do período de armazenamento (acima de 95,5%).

No ambiente de laboratório, a viabilidade foi mantida em níveis elevados ao longo do período de armazenamento, tanto em sementes da cultivar BRS 155, quanto nas da cultivar Embrapa 48, apresentando aos 180 dias, 92,5% e 91,5% de germinação na cultivar BRS 155 e 92,5% e 94,5% na cultivar Embrapa 48, nas sementes com e sem fungicida respectivamente, não havendo efeito significativo do fungicida (Figuras 9 e 10).

Entretanto, o efeito do ambiente foi novamente responsável pela rápida queda na viabilidade das sementes a partir de 60 dias na cultivar BRS 155 e 90 dias na cultivar Embrapa 48. Novamente, as sementes da BRS 155 apresentaram queda mais acentuada de viabilidade, apresentando apenas 19,5% e 17,3% de germinação aos 180 dias, nas

sementes sem e com fungicida, respectivamente. Sementes da cultivar Embrapa 48, aos 180, apresentaram índices de 39,5% (sem fungicida) e 37,5% (com fungicida) de viabilidade, não havendo efeito dos tratamentos com fungicida. (Anexos 9 e 10).

FIGURA 9 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'BRS 155'.

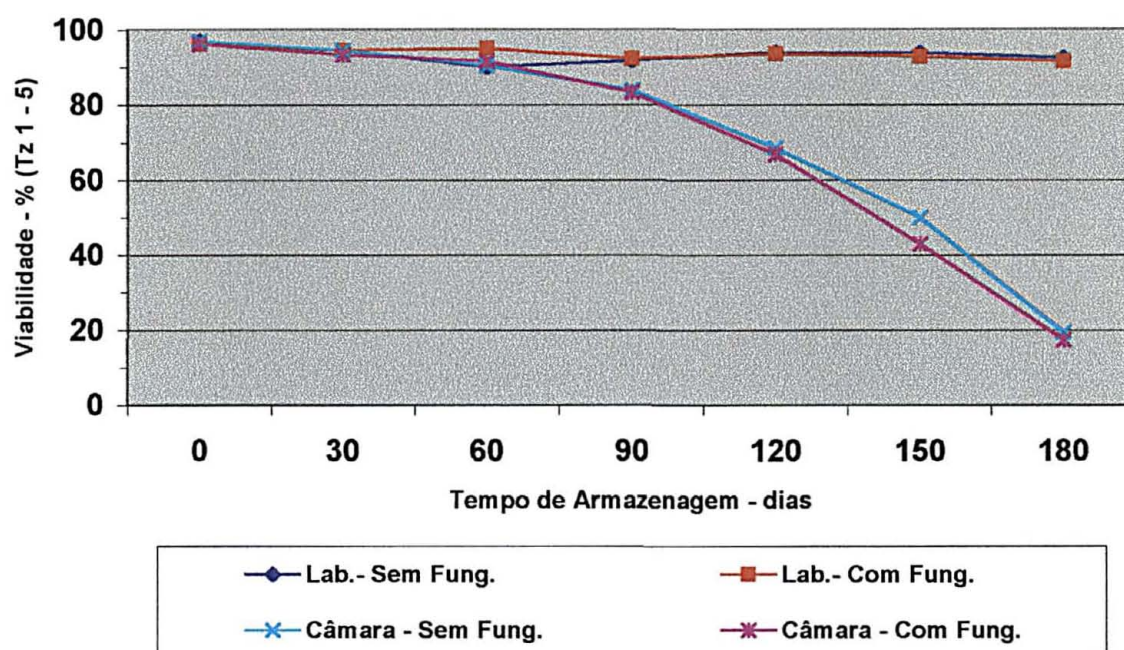
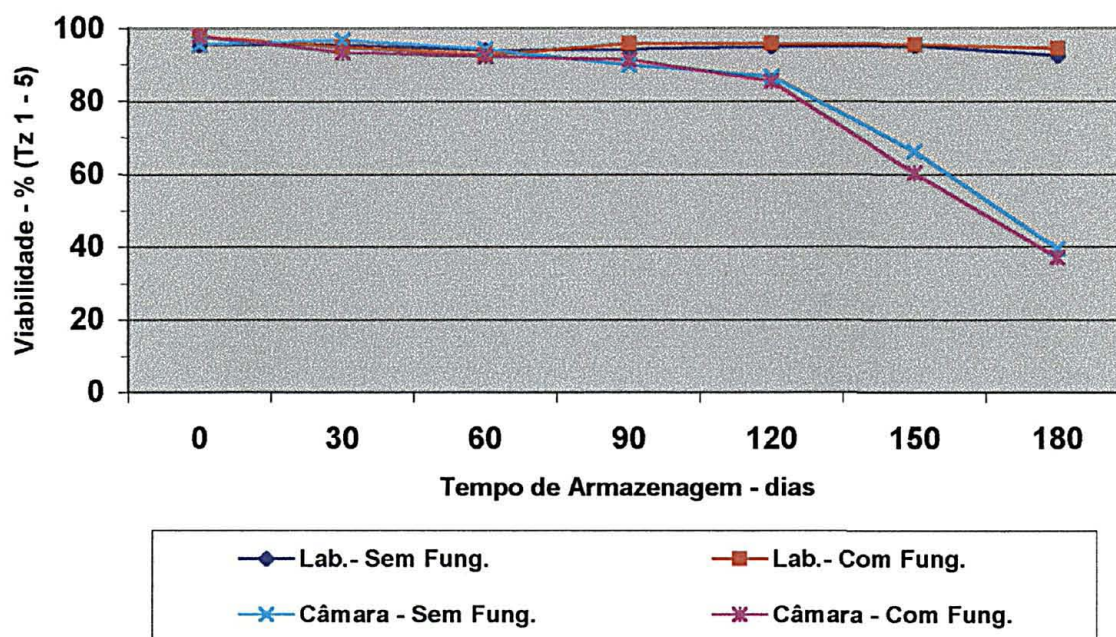


FIGURA 10 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.6 GERMINAÇÃO (ROLO DE PAPEL – 25°C/7 DIAS)

O teste padrão de germinação em rolo de papel toalha é um dos mais utilizados para estimar a qualidade de um lote de semente. Neste estudo, verificou-se novamente, o efeito drástico do ambiente da câmara (CTS) sobre a germinação das sementes. As sementes armazenadas no ambiente de laboratório mantiveram sua germinação acima de 90% mesmo aos 180 dias de armazenamento em ambas as cultivares, podendo-se afirmar que as sementes permaneceram com boa germinação, visto que os padrões mínimos de germinação para sementes fiscalizadas de soja, pelas CESSOJAs do Paraná e Rio Grande de Sul, indicam uma germinação mínima de 80%.

Já, para as sementes armazenadas em câmara, houve queda significativa da germinação, principalmente após 120 dias ($p \leq 0,01$) nas sementes das duas cultivares (Anexos 11 e 12). Novamente, as sementes da cultivar Embrapa 48 mantiveram sua qualidade superior às da cultivar BRS 155, sendo que a germinação desta foi de 15,6% (sem fungicida) e 18,5% (com fungicida), enquanto que na Embrapa 48 a germinação foi

46,6% (sem fungicida) e 43,3% (com fungicida) aos 180 dias. Mais uma vez houve pouco ou nenhum efeito do fungicida, independentemente do ambiente. (Figuras 11 e 12).

FIGURA 11 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'BRS 155'.

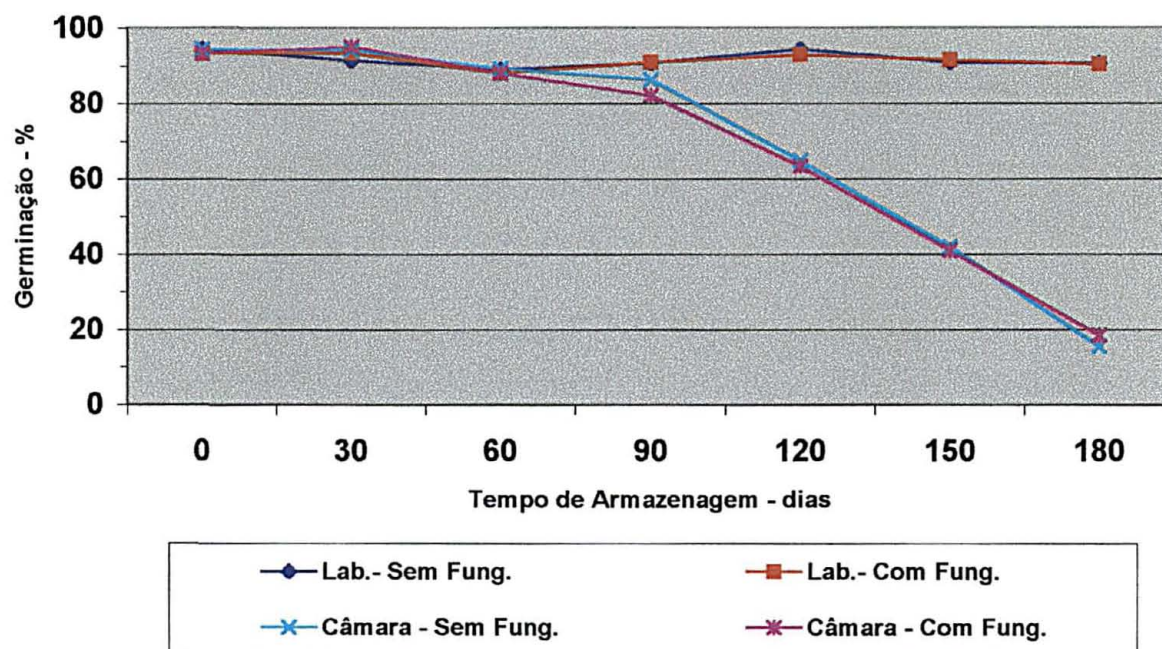
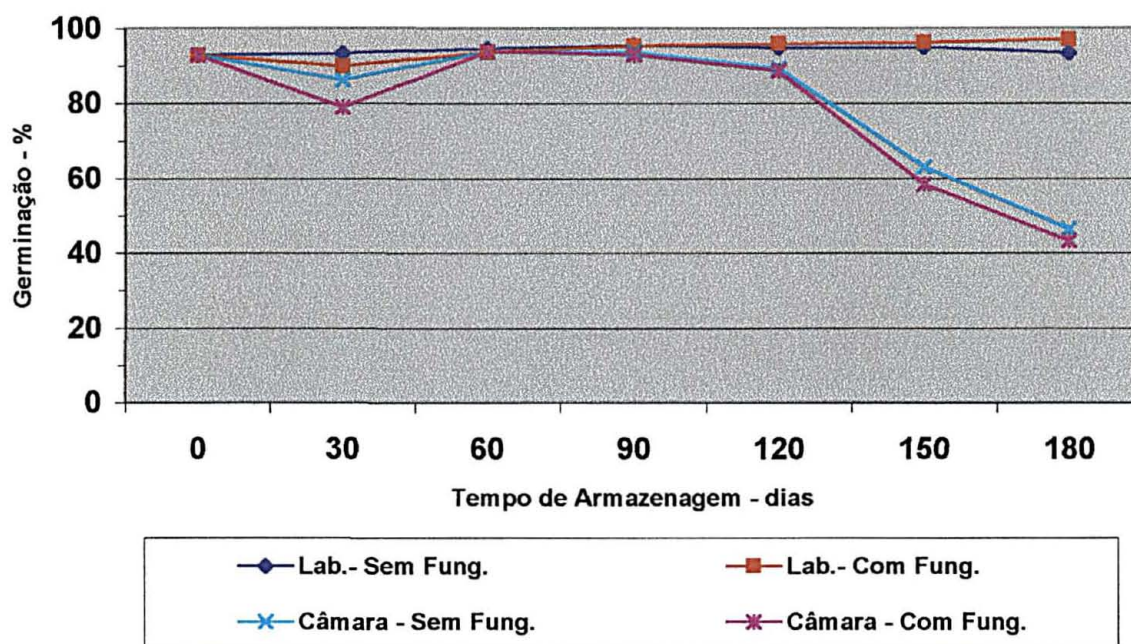


FIGURA 12 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.7 ENVELHECIMENTO ACELERADO (41°C/48h)

Este é um dos principais testes utilizados para avaliar o índice de vigor das sementes, por ser um dos mais sensíveis para detectar quedas de qualidade da semente durante o armazenamento. Nesta pesquisa o índice de vigor das sementes, inicialmente, era bastante elevado ($> 90\%$) nas duas cultivares, podendo-se dizer que as sementes apresentavam boas condições e uma boa capacidade de armazenamento (54).

Nas sementes armazenadas no ambiente de laboratório, houve ligeira queda do vigor ao longo do armazenamento, sendo que aos 180 dias o vigor ainda foi considerado alto, ($> 87\%$) na cultivar BRS 155 e 90% na cultivar Embrapa 48 (Figuras 13 e 14). Nas sementes armazenadas em câmara (CTS), após 60 dias de armazenamento, observou-se redução significativa no vigor em ambas as cultivares (Anexos 13 e 14). Vale ressaltar que foi aos 120 dias que se observou a drástica queda no vigor das sementes em ambas as cultivares, atingindo níveis de $5,1\%$ e $4,1\%$ na BRS 155 e $6,6\%$ e $7,5\%$ na Embrapa 48 respectivamente sem e com fungicida, apresentando, aos 180 dias de armazenamento, um índice de 0% de seu vigor.

FIGURA 13 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48hs), determinado em sementes de soja 'BRS 155'.

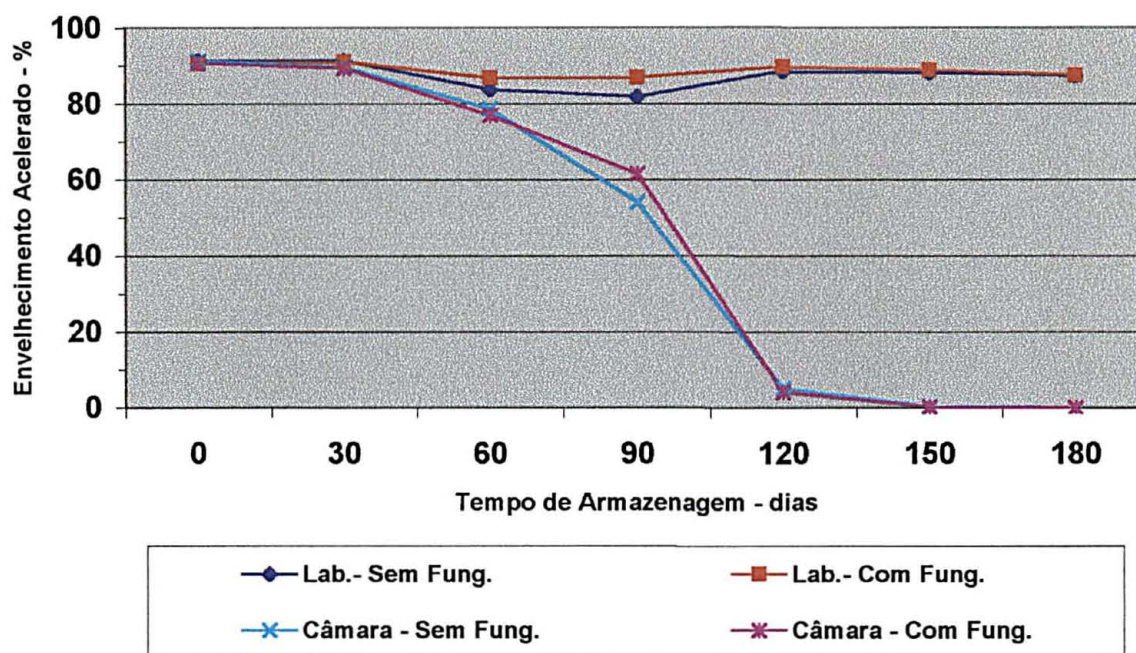
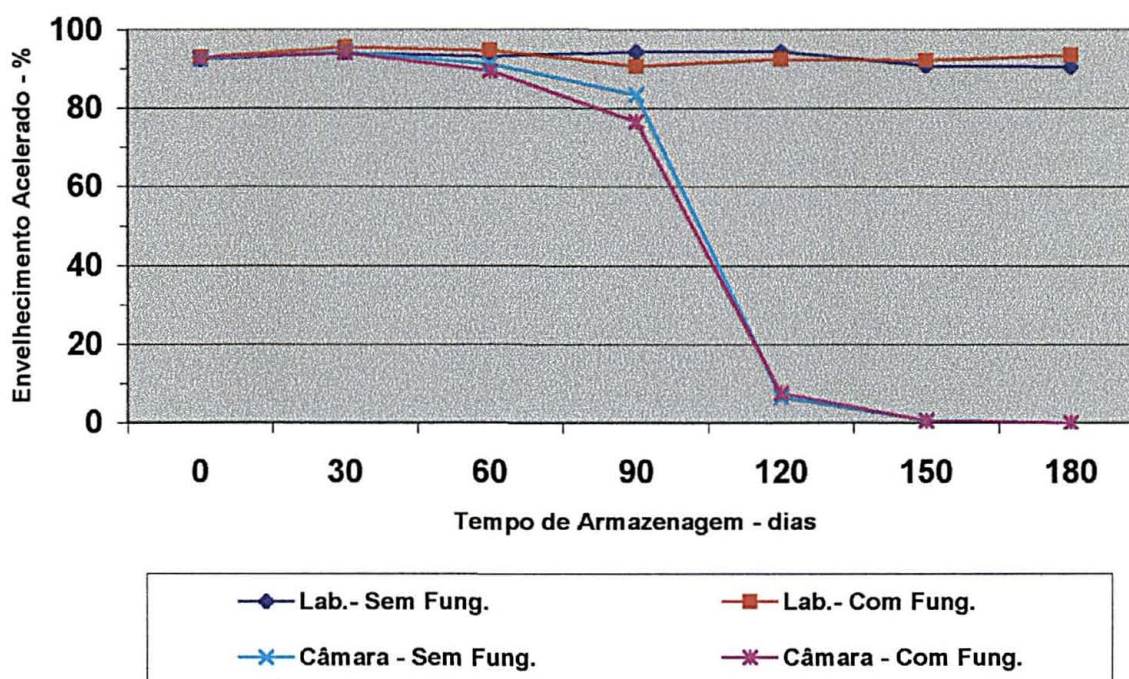


FIGURA 14 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48hs), determinado em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.8 EMERGÊNCIA EM AREIA

O presente teste, também reconhecido pelas RAS, tem sido utilizado para avaliar a germinação (qualidade fisiológica) de sementes de soja, especialmente em anos em que ocorrem períodos chuvosos durante as fases de maturação e colheita da semente. Nestas situações, altas incidências de *Fusarium semitectum* e *Phomopsis* sp., inviabilizam a utilização do teste de germinação (rolo de papel 25°C). O DIACOM, Diagnóstico Completo de Qualidade de Semente, desenvolvido na Embrapa Soja (29) emprega, entre outros, os testes de patologia de sementes, de tetrazólio e o teste de emergência em areia, para permitir uma avaliação mais adequada da qualidade da semente, evitando assim, o descarte desnecessário de lotes de sementes de boa qualidade. No presente trabalho, os resultados obtidos são equiparados àqueles do teste de germinação uma vez que não havia a presença elevada daqueles fungos.

As sementes armazenadas em laboratório, apresentaram inicialmente uma emergência superior a 96% em ambas as cultivares. Ao longo do armazenamento, houve pequeno declínio de sua qualidade, sendo que mesmo após 180 dias, a exemplo da germinação e do índice de viabilidade determinado pelo teste de tetrazólio, estes valores foram superiores a 91% (Anexos 15 e 16). Novamente, o ambiente da câmara afetou a qualidade das sementes, reduzindo drasticamente a emergência, porém, somente aos 150 dias. A emergência que era superior a 80% (BRS 155) aos 120 dias, decresceu para 27,6% aos 150 dias. Na cultivar Embrapa 48 esta queda não foi tão drástica. A emergência, que era de 92,9% (sem fungicida) e 85,3% (com fungicida) aos 120 dias, caiu para 53,6% e 40% aos 150 dias, sendo que aos 180 dias não ultrapassou de 36,2% e 23,9% nas sementes sem e com fungicida respectivamente. Novamente, não houve efeito significativo do fungicida, sendo que algumas vezes as sementes tratadas mostravam-se com qualidade inferior as não tratadas (Figuras 15 e 16).

FIGURA 15- Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja 'BRS 155'.

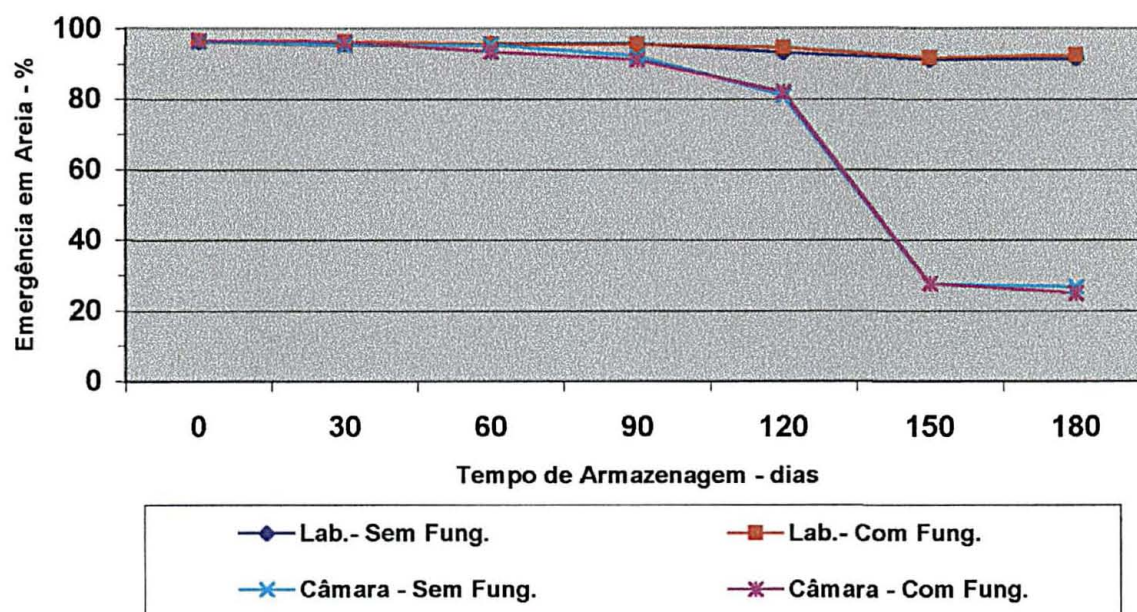
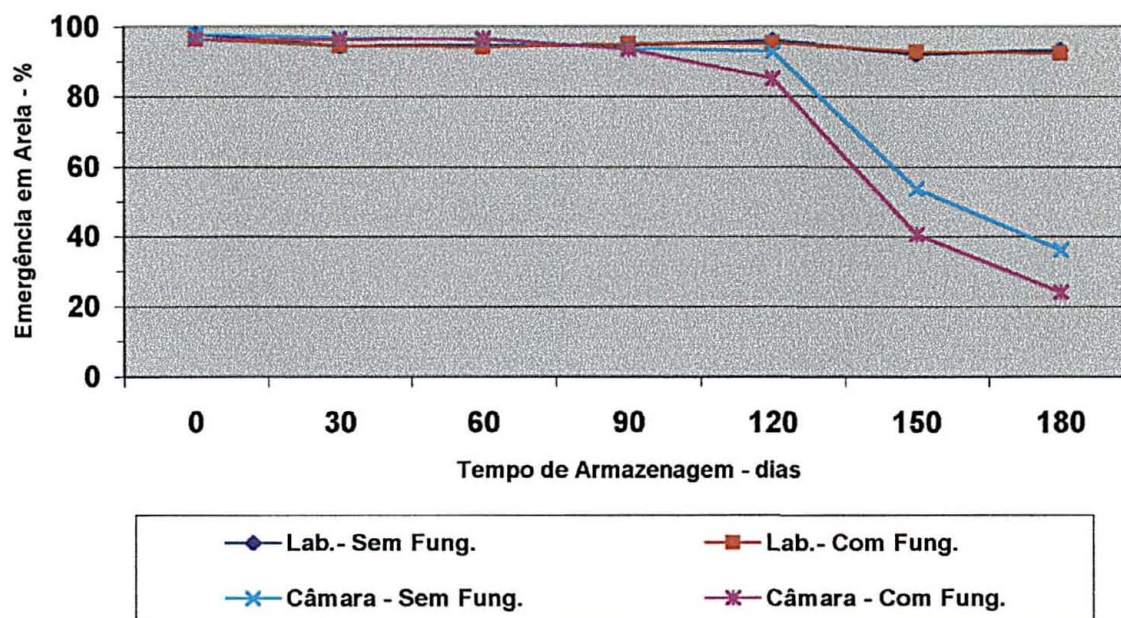


FIGURA 16- Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'.



4.9 ANÁLISE SANITÁRIA DAS SEMENTES

A análise sanitária das sementes (método de papel de filtro) vem sendo implementada a cada ano nos programas de controle de qualidade das sementes de grandes empresas produtoras de sementes. Além de auxiliar na elucidação das causas da baixa qualidade da semente, a patologia de sementes vem atualmente ocupando destaque principalmente no comércio internacional, onde a exigência de padrões de sanidade (níveis de tolerância de patógenos) passa a ser alvo de discussão.

Na presente pesquisa, os objetivos inicialmente propostos eram avaliar os efeitos do ambiente de armazenamento e do tratamento das sementes com fungicida sobre a qualidade fisiológica da semente e sobre o desenvolvimento de fungos de armazenagem (*Aspergillus* spp.). Inicialmente, as sementes de ambas as cultivares, apresentaram baixos índices de ocorrência de fungos. Todavia, ao contrário do que se esperava, as condições de temperatura e umidade relativa do ar na câmara não permitiram o desenvolvimento desses microorganismos, sendo predominante a presença de bactérias saprófitas, que estando associadas às sementes deterioradas, ocuparam os "sítios", não permitindo o desenvolvimento de *Aspergillus* spp (36).

5 CONCLUSÕES

1. O tratamento de sementes com fungicida não assegura a preservação de sua qualidade (germinação e vigor) quando o ambiente de armazenamento for favorável para sua deterioração fisiológica.
2. Sementes de soja armazenadas em ambiente desfavoráveis (alta umidade relativa) deterioram rapidamente, havendo entretanto, diferença entre genótipos. Nessa pesquisa, sementes da cultivar Embrapa 48 mostram-se superiores às da BRS 155.
3. A presença maciça de bactérias saprófitas nas sementes deterioradas, impediu o desenvolvimento de *Aspergillus* spp.

REFERÊNCIAS

- 1 AMARAL, A. S.; BAUDET, L. M. Effects of seed moisture content, kind of package and storage period, on the physiological quality of soybean seed. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, p. 27-35, 1983.
- 2 ANDREWS, C. A. Preharvest environment: weathering. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (Eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. Illinois: College of Agriculture, University of Illinois. n. 22, p. 19-25, 1982.
- 3 BEWLEY, J. D. & BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- 4 BRASIL - Ministério da agricultura e Reforma Agrária. **Regra para Análise de Sementes**. Brasília. SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.
- 5 BYRD, H. W.; DELOUCHE, J. C. Deterioration of soybean seed in storage. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** v. 61, p. 41-57, 1971.
- 6 CAMACHO, L. H.; MUNERA, A. E. Screening soybean germplasm for seed longevity under tropical environments. **Soybean Genetics Newsl**, v.13, p. 63-65, 1986.
- 7 CAMPOS LEITE, O. M. Tratamento químico de sementes no Brasil e no mundo – Inovações tecnológicas em busca de uma qualidade superior. In: SOAVE, J.; OLIVEIRA, M. R. M. E MENTEN, J. O. M. (Eds.) **Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, IV**, Gramado, 1996, **Tratamento químico de sementes: anais**; Campinas, Fundação Cargill, p.27-31. 1996.
- 8 CARVALHO, N. M. & JACINTO, C. M. R. Época de tratamento fungicida em sementes de soja. **Científica**, Jaboticabal, v.7, n.2, p.261-265. 1979.
- 9 CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Grain storage – the role of fungi in quality loss. Minneapolis: University of Minnesota, 1969. 153p.
- 10 CHRISTENSEN, C. M.; MENORUCK, R. A. Quality maintenance in storage grains and seeds. Minneapolis: University of Minnesota, 1986. 138p.
- 11 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Indicadores de agropecuária**. v.7, n.9, setembro, p.45. 1998.
- 12 COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; GILIOLI, J. L. & ALMEIDA, A. M. R. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas sobre a qualidade, durante a armazenagem. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados da Pesquisa de Soja 1979/80**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.74-78. 1980.
- 13 CRUZ, L. C.H. da. Micotoxinas: Perspectiva Latinoamericana. ed. CRUZ, L. C. H. da. Seropédica: UFRRJ, Rio de Janeiro, 1996. Vi, 261p.
- 14 DASSOU, S.; KUENEMAN, E. A. Screening methodology for resistance to field weathering of soybean seed. **Crop Science**. Madison, v. 24, p. 774-779, 1984.
- 15 DELOUCHE J. C. Seed vigor in soybeans. **Proc. Soybean Res.**, Washington. v. 3, p. 56-72, 1973.

- 16 DELOUCHE, J. C. Maintaining soybean seed quality. In: DELOUCHE, J. C. **Soybean production, marketing and use**. Tennessee, Valley Auth, 1974. p.46-62.
- 17 DELOUCHE, J. C.; Seed quality and storage of soybeans. In: WHIGHAM, D. K. **Soybean production, protection and utilization**. Illinois: University of Illinois, 1975. p. 86-107.
- 18 DELOUCHE, J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (Eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. Gainesville: University of Florida, 1982. p. 57-66.
- 19 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1998/99**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. 1998. 201p. (Documento, 119).
- 20 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Cultivares de Soja 1999**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. 1999. 44p. (Documento 123).
- 21 FRANÇA NETO, J. B. & HENNING, A. A. Qualidade Fisiológica e Sanitária de Sementes de Soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).
- 22 FRANÇA NETO, J. B. **Pathological and physiological studies of soybean seed quality**. Gainesville, 1989. 119p. Tese (Ph.D. em Agronomy – Seed Pathology) – University of Florida.
- 23 FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p. (Documento 116).
- 24 GIUDICE, M. P. DEL; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, 254-262, 1999.
- 25 GOULART, A. C. P. & CASSEETARI NETO, D. Efeito do ambiente de armazenamento e tratamento químico na germinação, vigor e sanidade de sementes de soja, *Glycine Max* (L.) Merrill, com alto índice de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.91-102. 1987.
- 26 GREG, B. R. Soybean seed quality and practical storage. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (Eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. Illinois: College of Agriculture, University of Illinois. n. 22, p. 52-56, 1982.
- 27 HARRINGTON, J. F. Drying, storing and packaging seeds maintain germination and vigor. In: MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1959, Starkville. **Proceedings**. Starkville, 1959. p. 89-107.
- 28 HARRINGTON, J. F. Thumb rules of drying seed. **Crop and Solis**, Mississippi, v. 13, p. 16-17, 1960.
- 29 HENNING, A. A. & FRANÇA NETO, J. B. Problems na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 2(3):9-22, 1980.

- 30 HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B. & COSTA, N. P. Efeito do tratamento químico e/ou período de armazenagem sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja 'Bossier' e 'Paraná' com altos índices de *Phomopsis* sp. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de Pesquisa de Soja 1980/81**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p.325-330. 1981.
- 31 HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P.; CAMPELO, G. J. A. & SILVA, I. A. Efeitos do teor de umidade e ambiente sobre a qualidade da semente de soja armazenada em Teresina, PI. In: EMBRAPA, Centro Nacional de pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja, 1984-1985**. Londrina, 1985. p. 448-450.
- 32 HENNING, A. A. Testes de Sanidade de Sementes de Soja. In: SOAVE, J. & WETZEL, M. M. V. S. (Eds.) **Patologia de Sementes**. Campinas, Fundação Cargil, p.441-453. 1987.
- 33 HENNING, A. A. Seed treatment and the fungal pathogens they are designed to control. In: WYLLIE, T. D.; SCOTT, D. H. **Soybean diseases of the north central region**. St. Paul: APS Press, 1988. p. 14-21.
- 34 HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. & YORINORI, J. T. **Tratamento de sementes de soja com fungicidas**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1991. 4p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 49).
- 35 HENNING, A. A.; CATTELAN, A. J.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Tratamento e inoculação de semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 6p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 49).
- 36 HENNING, A. A. 1996. Patologia de Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSO, 43 p. (Documentos, 90).
- 37 HENNING, A. A. & ZORATO, M. F. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.160. 1997b. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10. 1997, Foz do Iguaçu. **Resumos**.
- 38 JUSTICE, O. L.; BASS, L. N. **Principles and practices of seed storage**. Washington: USDA, 1978 (Agricultural Handbook 506).
- 39 LEOPOLD, A. C.; VERTUCCI, C. W. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. In: STANWOOD, P. C.; Mc DONALD, M. B. (Eds.). **Seed Moisture**. Madison: CCSA, 1989. (Special Publication 14). p. 51-67.
- 40 LUCCA FILHO, O. A.; NOGUEZ, M. A. D. & BAUDET, L. M. Comparação entre épocas de tratamento se sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3, 1983, Campinas. **Resumo**. Brasília: ABRATES, p.149. 1983a.
- 41 LUCCA FILHO, O. A.; NOGUEZ, M. A. D. & BAUDET, L. M. Efeitos do tratamento com fungicidas sobre a qualidade das sementes de soja sob condições ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3, 1983, Campinas. **Resumos**. Brasília: ABRATES, p.151. 1983b.

- 42 MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE, 1988. 106p.
- 43 MANTOVANELLI, M. C. H.; COSTA, J. C.; COELHO, R. M. S. & PELUZIO, J. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas, produzidas no Estado do Tocantins. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.99. 1995. CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9. 1995, Florianópolis. **Resumos**.
- 44 MARCOS FILHO, J. & SOUZA, F. H. D. Conservação de sementes de soja tratadas com fungicidas. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. v.40, fasc.1, p.181-201. 1983.
- 45 MATHES, R. K.; BUTLER, J. W. A simple method to determine when seed are sufficiently dry for storage. **Mississippi Agr. Exp. Stn. Information Sheet**. n. 1048, 1968.
- 46 MATHES, R. K.; DELOUCHE, J.C.; WELCH, G.B. Seed conditioning for tropical environments. **Mississippi Agr. Exp. Stn. Journal**. N. 1735, 1969.
- 47 MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes. In: SOAVE, J.; OLIVEIRA, M. R. M. e MENTEN, J. O. M. (Eds.) **Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, IV**, Gramado, 1996, **Tratamento químico de sementes: anais**; Campinas, Fundação Cargill, p.3-23. 1996.
- 48 M-HATAN, S.; JAMRO, G. H. Effect of storage containers on seed viability in soybean. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 4. 1989, BUENOS AIRES. **Proceedings**. Buenos Aires, 1989. p. 27-35, 1989.
- 49 MILLS, J. J. Postharvest insect-fungus associations affecting seed formation. In: WEST, S. H. (Ed). **Physiological-Pathological interactions Affecting Seed Deterioration**. Madison: CCSA, 1986. (Special Publication 12) p. 39-51.
- 50 MINOR, H. C.; PASCHAL, E. H. Variation in storability of soybeans under simulated tropical conditions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, p. 131-139, 1982.
- 51 MORENO-MARTINEZ, E.; VASQUEZ-BADILLO, M. E.; NAVARRETE, R. & RAMIREZ-GONZALES, J. Effect of fungi and chemical treatment on viability of maize and barley seeds with different storage characteristics. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.15, p.265-269, 1994.
- 52 NOVENBRE, A. D. L. C. & MARCOS FILHO, J. Tratamento fungicida e conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.105-113. 1991.
- 53 PICININI, E. C. & PRESTES, A. M. Fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de trigo. In: SOAVE, J.; OLIVEIRA, M. R. M. e MENTEN, J. O. M. (Eds.) **Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, IV**, Gramado, 1996, **Tratamento químico de sementes: anais**; Campinas, Fundação Cargill, p.58-63. 1996.
- 54 POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289p.
- 55 POSSAMAI, E. 1990. Development of equations for predicting germination of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] seed stored under conditions at Mississippi State University. Tese de Ph.D. Mississippi State University. 91p.

- 56 ROBERTS, E. H. Quantifying seed deterioration. In: Mc DONALD JR.; NELSON, C.I. (Eds.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: CCSA, 1986. (Special Publication 11). P. 101-123.
- 57 SHERWIN, H. S.; LEFEBVRE, C. L. & LEUKEL, R. W. Effects of seed treatment on the germination of soybeans. **Phytopathology**, St Paul, v.38, n.3, p.197-204. 1948.
- 58 SINGH, S. N.; SRIVASTAVA, S. K. & AGARWAL, S. C. Viability and germination of soybean seeds in relation to pre-treatment with fungicides, period of storage and type of storage container. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.65, n.2, p.106-108. 1988.
- 59 SMITH, K. J.; HYSER, W. World production and significance of soybean. In: WILCOX, J. R. (Ed.). **Soybeans: Improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p. 1-22.
- 60 TANAKA, R. T. & MASCARENHAS, H. A. A. **Soja: nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. (Série técnica, 7). p.1.
- 61 TEKRONY, D. M.; EGLI, B. D.; WHITE, G. M. Seed production and technology. In: WILCOX, J. R. (Ed). **Soybeans: Improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p. 295-353.
- 62 TILDEN, R. L.; WEST, S. H. Reversal effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, 1985, 77: 584-586.
- 63 VAN TOAI, T. T.; Mc DONALD JR., M. B.; STABY, G. L. Cultivar fungicide seed treatment and storage environment interactions on carry-over soybean seed quality. **Seed Science and Technology**. v. 14, p. 301-312, 1986.
- 64 VERTUCCI, C. W.; LEOPOLD, A. C. Oxidative processes in soybean and pea seeds. **Plant Physiology**. v. 84, p. 1038-1043, 1987.
- 65 WEST, S. H.; LOFTIN, S. K.; WAHL, M.; BATICH, C. D.; BEATTY, C.L. Polymers as moisture barriers to maintain seed quality. **Crop-Science**. 1985, 25: 941-944.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1- Grau de umidade das sementes de soja 'BRS 155' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses.....	49
ANEXO 2 - Grau de umidade das sementes de soja 'Embrapa 48' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por sete meses.....	49
ANEXO 3 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'BRS 155'	50
ANEXO 4 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'	50
ANEXO 5 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja BRS 155	51
ANEXO 6 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'	51
ANEXO 7 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'BRS 155'.....	52
ANEXO 8 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'Embrapa 48'.....	52
ANEXO 9 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'BRS 155'.....	53
ANEXO 10 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'Embrapa 48'	53
ANEXO 11 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'BRS 155'.....	54

ANEXO 12 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'	54
ANEXO 13 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48hs), determinado em sementes de soja 'BRS 155'	55
ANEXO 14 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48hs), determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'	55
ANEXO 15 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinado em sementes de soja 'BRS 155'	56
ANEXO 16 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'	56

ANEXO 1 - Grau de umidade (%) das sementes de soja 'BRS 155' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por 180 dias.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	12,2	8,5	8,7	7,9	5,0	8,5	8,8
	COM	11,9	8,7	8,7	8,2	5,0	8,6	9,3
CÂMARA	SEM	12,2	11,6	15,6	10,7	10,8	13,4	18,1
	COM	11,9	11,4	15,8	9,6	10,8	12,9	17,6
CV(%)		1,71	1,49	2,38	10,73	2,21	3,23	5,00
Dif. Ambientes		ns	ns	***	**	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	***	ns	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 2 - Grau de umidade (%) das sementes de soja 'Embrapa 48' tratadas ou não com fungicida e armazenadas em câmara (85% U.R./25°C) e ambiente de laboratório, por 180 dias.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	11,9	8,6	8,5	8,1	5,4	8,6	9,1
	COM	11,9	8,7	8,6	8,0	5,6	9,7	9,3
CÂMARA	SEM	11,9	11,4	15,5	9,6	11,3	14,2	18,0
	COM	11,9	11,3	15,5	10,3	11,4	14,6	18,2
CV(%)		1,47	2,36	2,49	14,04	3,15	10,08	3,44
Dif. Ambientes		ns	***	***	*	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 3 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	63,3	69,3	72,5	77,5	72,8	78,5	88,0
	COM	57,5	72,8	75,3	78,8	84,0	80,0	85,8
CÂMARA	SEM	63,3	72,8	78,0	78,5	98,5	98,3	99,5
	COM	57,5	73,5	79,3	79,3	99,0	99,3	99,8
CV(%)		5,49	2,96	3,30	1,75	4,04	2,90	2,14
Dif. Ambientes		ns	ns	**	ns	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	**	ns	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 4 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	62,8	74,8	78,3	81,5	91,3	81,8	84,8
	COM	68,3	83,8	81,0	84,0	89,5	86,5	82,0
CÂMARA	SEM	62,8	80,3	80,8	83,3	87,5	100,0	99,5
	COM	68,3	85,0	93,8	89,5	99,3	98,8	99,5
CV(%)		3,70	4,51	3,39	2,38	1,55	2,46	3,67
Dif. Ambientes		ns	ns	***	**	**	***	***
Dif. Fungicida		***	**	***	**	***	ns	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 5 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	0,03 ¹	0,75	1,3	2,3	0,8	1,3	1,5
	COM	0,03	0,75	0,5	1,0	2,5	1,5	4,0
CÂMARA	SEM	0,03	0,75	3,3	8,5	26,0	46,8	77,8
	COM	0,03	0,75	2,0	12,0	30,3	53,8	82,5
CV(%)		29,17	40,61	28,89	18,48	12,15	6,82	4,93
Dif. Ambientes		ns	ns	ns	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	ns	ns	**

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

¹ - Dados originais. Análise estatística realizada com os dados transformados em raiz quadrada de $x+0,5$

ANEXO 6 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a deterioração por umidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 6-8), em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	0,3	0,8	1,0	0,5	0,3	0,3	1,5
	COM	0,0	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
CÂMARA	SEM	0,3	0,0	0,3	5,3	11,8	32,8	59,3
	COM	0,0	2,0	3,5	4,5	10,5	36,5	60,8
CV(%)		19,36	44,27	34,30	25,13	20,33	10,81	9,25
Dif. Ambientes		ns	ns	ns	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

¹ - Dados originais. Análise estatística realizada com os dados transformados em raiz quadrada de $x+0,5$

ANEXO 7 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	89,3	83,3	77,0	78,0	83,3	77,8	79,0
	COM	91,0	83,5	85,0	82,0	78,8	74,8	74,8
CÂMARA	SEM	89,3	86,8	72,3	67,5	35,5	12,5	1,5
	COM	91,0	84,3	81,3	63,0	42,3	9,8	1,5
CV(%)		1,21	2,75	2,12	5,78	3,65	4,49	4,78
Dif. Ambientes		ns	ns	***	***	***	***	***
Dif. Fungicida		**	ns	***	ns	ns	**	*

* - ao nível de 5% de probabilidade

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 8 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o vigor, determinado pelo teste de tetrazólio (Tz 1-3), em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	90,0	85,6	85,5	83,5	84,0	84,5	81,3
	COM	90,5	86,8	84,0	87,0	85,3	85,0	82,8
CÂMARA	SEM	90,0	88,5	85,5	74,0	56,5	24,5	5,3
	COM	90,5	83,0	81,3	74,0	54,0	13,3	3,5
CV(%)		0,83	3,04	2,40	3,92	3,47	8,43	4,98
Dif. Ambientes		ns	ns	ns	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	*	ns	ns	*	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 9 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	97,0	94,5	90,0	91,8	94,0	93,8	92,5
	COM	96,3	94,5	95,5	92,3	93,5	92,8	91,5
CÂMARA	SEM	97,0	94,5	90,3	84,0	68,5	50,0	19,5
	COM	96,3	93,3	91,5	83,3	66,8	43,0	17,3
CV(%)		0,75	2,49	0,64	2,56	2,38	3,76	4,01
Dif. Ambientes		ns	ns	***	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	***	ns	ns	**	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 10 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade, determinada pelo teste de tetrazólio (Tz 1-5), em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	99,5	95,5	94,0	94,3	95,0	95,3	92,5
	COM	97,8	94,8	92,8	96,0	96,0	95,5	94,5
CÂMARA	SEM	95,5	96,8	94,3	90,0	86,8	66,3	39,5
	COM	97,8	93,5	92,3	91,5	85,5	60,3	37,0
CV(%)		0,30	2,96	2,88	1,61	3,17	4,08	6,60
Dif. Ambientes		ns	ns	ns	***	***	***	***
Dif. Fungicida		**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 11 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	94,6	91,5	89,0	90,7	94,3	90,9	90,8
	COM	93,4	93,3	88,1	91,0	93,0	91,6	90,5
CÂMARA	SEM	94,6	94,0	89,3	86,3	65,0	41,9	15,6
	COM	93,4	95,0	88,1	82,0	63,5	40,9	18,5
CV(%)		0,73	1,92	2,24	4,06	1,97	7,84	7,21
Dif. Ambientes		ns	*	ns	ns	***	***	***
Dif. Fungicida		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 12 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a germinação, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	92,9	93,5	94,6	95,5	94,9	95,1	93,5
	COM	93,0	90,0	93,6	95,3	95,9	96,3	97,0
CÂMARA	SEM	92,9	86,5	93,9	93,6	89,4	63,1	46,6
	COM	93,0	79,0	93,9	93,0	88,7	58,5	43,3
CV(%)		1,49	5,29	1,59	1,60	1,68	2,24	5,87
Dif. Ambientes		ns	**	ns	*	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 13 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48h), determinado em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	91,3	91,4	83,8	81,9	88,4	88,1	87,3
	COM	90,6	91,1	86,8	86,9	89,6	88,8	87,5
CÂMARA	SEM	91,3	89,6	78,6	54,1	5,1	0,3	0,0
	COM	90,6	89,4	76,9	61,5	4,1	0,1	0,0
CV(%)		2,11	2,73	3,45	3,87	5,60	4,03	3,37
Dif. Ambientes		ns	ns	***	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 14 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre o envelhecimento acelerado (41°C/48h), determinado em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	92,4	94,1	93,1	94,5	94,4	90,9	90,5
	COM	92,9	95,5	94,8	90,6	92,5	92,1	93,5
CÂMARA	SEM	92,4	94,4	91,4	83,5	6,6	0,6	0,0
	COM	92,9	94,1	89,6	76,6	7,5	0,5	0,0
CV(%)		0,92	2,04	2,10	2,63	5,01	2,40	1,40
Dif. Ambientes		ns	ns	**	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	***	ns	ns	***

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 15 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja 'BRS 155'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	96,4	95,7	95,8	95,8	93,3	91,2	91,6
	COM	96,8	96,3	95,6	95,7	94,7	91,7	92,5
CÂMARA	SEM	96,4	95,3	95,5	92,4	81,1	27,6	26,6
	COM	96,8	96,2	93,4	91,2	82,0	27,6	24,9
CV(%)		1,41	1,33	0,91	1,05	1,93	7,15	14,0
Dif. Ambientes		ns	ns	***	***	***	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo

ANEXO 16 - Efeito do tratamento de sementes com fungicida, do ambiente e do período de armazenamento sobre a emergência em areia, determinada em sementes de soja 'Embrapa 48'.

AMBIENTE	FUNGICIDA	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
LABORATÓRIO	SEM	97,9	94,4	94,9	94,7	96,2	92,1	93,3
	COM	96,5	94,7	94,3	95,2	95,3	92,8	92,5
CÂMARA	SEM	97,9	96,8	96,4	94,0	92,9	53,6	36,2
	COM	96,5	96,4	96,6	93,6	85,3	40,6	23,9
CV(%)		0,42	1,12	2,25	1,05	4,02	8,49	9,48
Dif. Ambientes		ns	**	ns	*	**	***	***
Dif. Fungicida		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

* - ao nível de 5% de probabilidade

** - ao nível de 1% de probabilidade

*** - ao nível de 0,1% de probabilidade

ns - não significativo